



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Análisis de Coyuntura: El sector energético español
y su dependencia del exterior

Autor/es

María Carmen Pedrajas Bernier

Director/es

Jesús Mur

Cristina Sarasa

Facultad de Economía y Empresa
2018

INDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	4
2. CONTEXTO Y CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR ENERGÉTICO ESPAÑOL	6
2.1. Evolución del Sector eléctrico español	7
2.2. Producción y Consumo Energético en España	9
2.3. La energía por Sectores.....	12
2.4. Dependencia energética	14
3. METODOLOGÍA	17
3.1. Indicadores y serie objetivo	17
3.2. Enfoque no paramétrico.....	19
3.2.1. Tendencia y Estacionalidad	19
3.3. Enfoque paramétrico.....	23
3.3.1. Identificación, Estimación y Diagnóstico	23
3.3.1.1. Análisis gráfico	23
3.3.1.2. Análisis de correlogramas.....	27
3.3.2. Predicciones	32
3.4. Estimación Modelo Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)	32
4. CONCLUSIONES	35
5. BIBLIOGRAFÍA:	37
6. ANEXOS.....	41
6.1. ANEXO I: Evolución mensual de consumos de energía primaria en España (2016)...	42
6.2. ANEXO II: Estructura generación eléctrica por renovables en 2016 - 2017	43
6.3. ANEXO III: Gráficos de los indicadores analizados.....	44
6.4. ANEXO IV. Correlogramas	48
6.5. ANEXO V: Modelos ARIMA.....	52
6.6. ANEXO VI: Predicciones ARIMA	54
6.7. ANEXO VII: Modelos estimados por MCO.....	58
6.8. ANEXO VIII: Gráficos variable dependiente vs exógenas	59
6.9. ANEXO IX: Análisis de la varianza de los modelos MCO	61
6.10. ANEXO X: Previsiones de los modelos MCO.....	62

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción energía eléctrica en España según fuentes de energía (2016)	9
Gráfico 2. Evolución de la demanda energética peninsular en los últimos 10 años.	10
Gráfico 3. Estructura de generación eléctrica año 2016.....	11
Gráfico 4. Cuota energía renovable consumo de energía España vs UE (2004-2016).....	12
Gráfico 5. Consumo final energía Industria (2005-2016)	13
Gráfico 6. Consumo de energía final sector transportes (2005-2016).....	13
Gráfico 7. Consumo de energía final otros sectores (2005-2016).....	14
Gráfico 8. Evolución dependencia energética de España (1990-2016).....	15
Gráfico 9. Dependencia energética de España vs UE (28) (1990-2016).....	15
Gráfico 10: Serie DET (Dependencia Energética Total).....	24
Gráfico 11: Serie PICRB (Producción Interior de Carbón).....	24
Gráfico 12: Serie PIPET (Producción Interior de Petróleo)	25
Gráfico 13: Serie PIGAS (Producción Interior de Gas natural)	25
Gráfico 14: Serie PIHID (Producción Interior Hidráulica)	26
Gráfico 15: Serie CIBCRB (Consumo Interior Carbón)	26
Gráfico 16: Serie CIBPET (Consumo Interior Petróleo)	27
Gráfico 17: Serie CIBGAS (Consumo Interior Gas Natural).....	27
Gráfico 18: Serie CEE (Consumo Interior Energía Eléctrica).....	27
Gráfico 19: Dependencia Energética de España y su Previsión	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores de Producción (Oferta)	18
Tabla 2: Indicadores de Consumo (Demanda)	18
Tabla 3: Indicadores de Precios e Índices	18
Tabla 4: Serie Objetivo: Dependencia energética.....	19
Tabla 5: Enfoque No Paramétrico - Resultados Indicadores Producción (I).....	21
Tabla 6: Enfoque No Paramétrico - Resultados Indicadores Producción (II)	21
Tabla 7: Enfoque No Paramétrico - Resultados Indicadores Consumo (I)	21
Tabla 8: Enfoque No Paramétrico - Resultados Indicadores Consumo (II)	22
Tabla 9: Enfoque No Paramétrico - Resultados Indicadores Precios e Índices	22
Tabla 10: Enfoque No Paramétrico - Resultados Serie Objetivo (DET).....	22
Tabla 11: Contrastes de Dickey Fuller.....	29
Tabla 12. Modelos ARIMA estimados.....	31
Tabla 13: Predicciones series de indicadores según modelos ARIMA estimados.....	32
Tabla 14: MCO: Modelo 2. Recta de regresión muestral.....	33
Tabla 15: Dependencia Energética en España (Tasa de variación prevista)	34

Autor: María Carmen Pedrajas Bernier

Directores: Jesús Mur y Cristina Sarasa

Título: Análisis de Coyuntura: El sector energético español y su dependencia del exterior

Titulación: Grado en Finanzas y Contabilidad

Resumen:

El objetivo principal de este trabajo es la obtención de una previsión de la dependencia energética en España para el segundo semestre del 2018. Para ello nos serviremos de una serie de indicadores energéticos relevantes, con los que estimaremos un modelo econométrico robusto que pueda predecir la evolución del sector energético en España. Tras una primera descripción de la evolución del sector energético, se estudian las principales características del sector mediante un análisis de los indicadores. Una vez concluido nuestro análisis, se estima el modelo que nos permite realizar la predicción de la serie objetivo. Finalmente, se cierra el trabajo con un resumen de los resultados obtenidos.

Abstract:

The main objective of this work is to obtain a forecast of energy dependence in Spain for the second half of 2018. For this we use a series of relevant energy indicators, with which we will estimate a robust economic model that we can predict the evolution of the energy sector in Spain. After a first description of the evolution of the energy sector, the main characteristics of the sector are studied through an analysis of the indicators. Once our analysis is finished, we estimate the model that allows us to make the prediction of the target series. Finally, the work is closed with a summary of the results obtained.

1. INTRODUCCIÓN

El sector energético forma parte de un área de actividad muy relevante en la economía de un país, al operar con recursos básicos y esenciales para la sociedad. Tiene gran importancia económicamente, así como también social, política o medioambientalmente. Se constituye como uno de los pilares fundamentales del desarrollo económico y del bienestar de una población, contribuyendo con una valiosa aportación al sector industrial y tecnológico de la misma, y con un gran impacto en el medio ambiente (ENERCLUB, 2014).

La energía es un sector estratégico e imprescindible en todas las ramas de la actividad económica (industria, agricultura, transporte...). Este sector incluye tecnologías con largos plazos de maduración. Las inversiones en todo tipo de infraestructuras energéticas requieren altas cantidades de capital y por ello, largos períodos de recuperación, por lo que, sus consecuencias influyen durante décadas. Por todo esto, las decisiones energéticas necesitan grandes acuerdos entre la Administración, los agentes y los consumidores, para poder llegar a óptimas soluciones de los problemas y dificultades que puedan surgir (ENERCLUB, 2015).

La dependencia energética relaciona la energía importada con las necesidades energéticas del país. En concreto, EUROSTAT (2018) la define como el porcentaje de las importaciones netas en el consumo interno bruto y búnkeres, en toneladas equivalentes de petróleo, mientras que Víctor Díaz Golpe, en su libro *“El Camino hacia el Sol: Economía, Energía, Medio Ambiente y Sociedad”*, la define como el porcentaje de energía primaria que se debe importar para satisfacer la demanda de energía interna, considerándose energía primaria toda fuente de energía disponible en la naturaleza antes de ser convertida o transformada.

En España, la alta dependencia energética resulta problemática, ya que según datos de ENERCLUB (2017), las fuentes de mayor porcentaje en nuestro mix energético son el petróleo y el gas natural, lo que hizo que nuestra dependencia estuviera en torno al 73% en el 2016.

Las principales causas de esta alta dependencia energética pueden deberse a la falta de yacimientos de petróleo y de bolsas de gas natural. Según datos de la Comisión Europea

(noviembre, 2015), en 1995 el consumo bruto nacional de gas natural fue del 7,7% del total; siendo del 20% en 2016.

En este contexto, dada la problemática española en cuanto a su dependencia energética se refiere, el objetivo de este trabajo es hacer una previsión de la misma para el segundo semestre del año 2018.

Para poder analizar nuestra serie objetivo, vamos a analizar distintos indicadores que influyen en el sector energético, como el consumo y producción de los diferentes tipos de energía (el sector industrial es uno de los principales demandantes de energía, así como el transporte, el sector servicios y el residencial), el Índice de Precios de Consumo (IPC) energético y el Índice de Producción Industrial (IPI) energía entre otros.

En el siguiente apartado, se realiza una breve descripción de la evolución del sector energético en España, así como los datos más relevantes de los indicadores energéticos.

En el tercer apartado, enumeramos cada uno de los indicadores elegidos y procedemos al análisis de las series, aplicando la metodología de Box y Jenkins (1976), también conocida como metodología ARIMA. Con la aplicación de dicha metodología, se va a predecir la evolución de los indicadores energéticos seleccionados para el segundo semestre del año 2018. Una vez determinadas nuestras predicciones para cada una de las series, pasaremos a estimar un modelo econométrico por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), para relacionar nuestra serie objetivo con el resto de indicadores y obtener la predicción de la evolución de la dependencia energética para el segundo semestre de 2018.

Finalmente, se exponen las conclusiones sobre los resultados obtenidos y la evolución esperada de las distintas series energéticas.

2. CONTEXTO Y CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR ENERGÉTICO ESPAÑOL

La demanda energética está relacionada de forma directa con el PIB de un país, con su capacidad industrial y con el nivel de vida alcanzado por sus habitantes. En el año 2015, el sector energético español hizo una aportación al PIB de un 5% (ENERCLUB, 2015)

Uno de los grandes problemas por los que pasa en la actualidad el sector energético español, es su gran dependencia del exterior.

Según datos de EUROSTAT (2018), la dependencia energética de España estaba en torno al 73% en el año 2017. Si nos fijamos sólo en la energía procedente del petróleo o del gas natural, ese porcentaje se eleva al 99% (EUROSTAT, 2018).

El sector energético español, es un sector muy dinámico y sujeto a continuos cambios, además de poseer un contenido técnico elevado. Es uno de los pilares básicos de nuestro desarrollo económico, y aunque es un sector liberalizado, está muy regulado y controlado por la Administración.

Tal y como describe UPV (2018) en su estudio “Gobernanza para un sistema energético sostenible”, hoy en día nos enfrentamos a un gran reto energético: disponer de energía suficiente, y que esa disponibilidad suponga el menor daño posible para el medioambiente, con el fin de llegar a conseguir un sistema energético sostenible.

Dicho informe, afirma que las políticas energéticas europeas, y por lo tanto las políticas españolas, se sustentan esencialmente en tres ejes:

- Un primer eje, la competitividad del coste de la energía.
- En segundo lugar, la seguridad en el suministro energético. En este respecto, España depende casi al 100% de sus principales fuentes de energía: gas natural y petróleo.
- Un tercer eje, pero no por ello menos importante, la sostenibilidad ambiental, aumentando la eficiencia energética e introduciendo en el mix energético mayor porcentaje de energías renovables.

En la actualidad, el sector energético está en el punto de mira, ya que se enfrenta a la transición energética. Para ello, deberá cumplir los objetivos a los que se comprometieron cerca de 200 países en el Acuerdo de París (COP21).

El sector energético, y en particular, el sector eléctrico, tienen que enfrentarse a multitud de incertidumbres y a la llegada de importantes cambios.

Uno de los cambios más importantes que ha experimentado, fue a finales de los años 80, cambiando radicalmente para cumplir los compromisos energéticos y climáticos de la Unión Europea.

A mediados del siglo XIX y finales del XX, el desarrollo económico se ha basado en la disponibilidad abundante de energía, y a un precio reducido.

2.1. Evolución del Sector eléctrico español

En la actualidad existen más de 200 empresas comercializadores de mercado libre entre las que se encuentran Endesa, Iberdrola, EDP HC Energía, Gas Natural Fenosa, CEPSA y Acciona.

Tal y como describe Costa Campi (2016), el proceso de transformación del sector eléctrico español desde la década de 1970 hasta la actualidad se ha desarrollado en cuatro grandes etapas.

Estas etapas se han caracterizado por importantes cambios en el mix tecnológico de generación, en el que destaca la incorporación de las energías renovables y los ciclos combinados de gas.

Este proceso ha ido íntimamente relacionado con el proceso de transformación del marco regulatorio y al papel clave que ha desarrollado el capital privado.

Primera etapa (1975-1978):

Comienza con la aprobación del ***PEN 75***¹ y termina con el ***PEN 78***². Debido a la crisis del petróleo hubo que buscar soluciones energéticas que no nos hicieran depender tanto de las importaciones de crudo. Entonces se decidió sustituir las plantas de fuelóleo por las de energía nuclear.

Desde el punto de vista tecnológico, fue una decisión adecuada, pero financieramente, tuvo consecuencias nefastas e irreversibles para algunas empresas. Debido a los graves errores de previsión de la demanda, a la falta de reconocimiento de los costes tarifarios y al importante deterioro de las condiciones económicas, el sector se sumió en graves dificultades financieras que llevaron a peligrar la seguridad de suministro.

¹ El PEN75 es el primer plan energético nacional que fue aprobado por el Parlamento español, en 1975, debido a la gran dependencia de España en el crudo. (Costa Campi, 2016)

² El PEN78 adoptó una política de precios de la energía que permitía la transferencia del precio del crudo a los consumidores finales de combustibles. (Costa Campi, 2016)

Segunda etapa (década de 1980 y primeros años de la de 1990):

Se aprueba el *PEN 83*³, para intentar poner solución a la situación anterior. En primer lugar, se identificaron los problemas causantes del desequilibrio financiero, para después buscar soluciones como la mejora del proceso de estimación de la demanda eléctrica. Se estableció un sistema tarifario que reconocía los costes de la prestación del servicio eléctrico en el Marco Legal Estable.

Estas medidas tuvieron un rotundo éxito, y pudieron preparar el terreno para el cambio más importante que ha experimentado el sector en su historia: la liberalización del negocio eléctrico.

Tercera etapa (Liberalización del sector eléctrico):

Comienza con la **aprobación de la Ley del Sector Eléctrico (1997)**. Dicha Ley tenía como fin básico establecer la regulación del sector eléctrico, con el objetivo de garantizar el suministro, su calidad y garantizar que se realizase al menor coste posible; todo ello sin olvidar la protección del medioambiente. Gracias a ella se liberalizaron los segmentos de generación y comercialización, aunque el transporte y la distribución (monopolios naturales), siguieron siendo negocios regulados.

Se creó *el mercado diario* para el intercambio de la energía y surgen las figuras del “*operador del mercado*” y del “*operador del sistema*”, dentro de un nuevo marco institucional.

En este nuevo marco, se obliga al acceso libre de terceros a la red y a la separación legal de las actividades reguladas de aquellas en régimen competitivo. La evolución del **proceso de liberalización** del sector eléctrico ha sido gradual. La competencia en los mercados se encarga de asegurar una eficiente asignación de los recursos, y actualmente, se han alcanzado niveles satisfactorios que indican el éxito del proceso de liberalización.

Se han conseguido importantes avances que siguen la senda de la política energética europea para culminar con el objetivo de un mercado único de la energía.

Se ha llegado a la integración de los mercados eléctricos español y portugués en el denominado *Mercado Ibérico de la Electricidad*. La integración supuso un reto que se ha alcanzado con éxito.

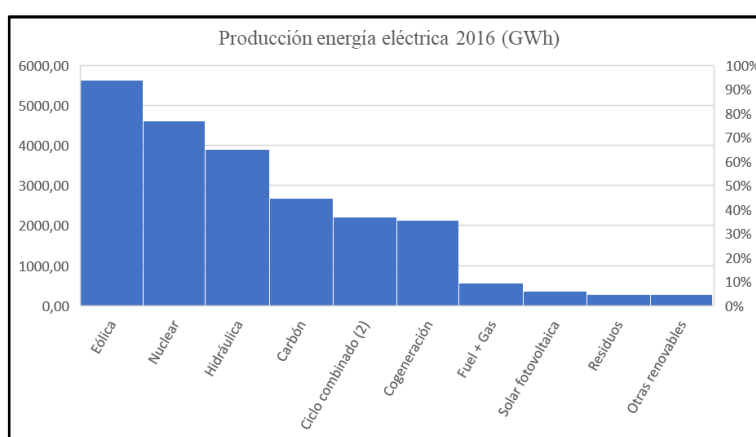
³ Este nuevo plan energético es aprobado por el PSOE a su llegada al Gobierno, en marzo de 1984, que pretende limitar el peso del subsector nuclear.

Cuarta etapa: (Crisis del 2008):

La **crisis del año 2008** volvió a suponer un nuevo tropiezo para el sistema. Cayó drásticamente la demanda y aumentaron exponencialmente los costes del sistema. Todo esto llevó de nuevo al sector a sufrir complicaciones financieras importantes, que se intentaron solucionar con la reforma de la Ley del Sector Eléctrico, aunque, según Costa Campi (2016) aún queda mucho camino por recorrer.

El siguiente gráfico muestra la producción de energía eléctrica a lo largo del año 2016, en GWh. Como se puede observar, la gran parte de la energía eléctrica producida en ese año provenía de la fuente de energía eólica, seguida de cerca por la nuclear y la hidráulica.

Gráfico 1. Producción energía eléctrica en España según fuentes de energía (2016)



Fuente: Red Eléctrica de España (datos) Gráfico (Elaboración propia)

2.2. Producción y Consumo Energético en España

El consumo energético es uno de los indicadores del grado de desarrollo económico y del bienestar alcanzado por una sociedad.

A lo largo del siglo XX, la composición del Mix energético en España, ha sufrido algunos cambios.

Podemos distinguir tres etapas o ciclos energéticos: durante buena parte del siglo XX, la principal fuente de energía en nuestro país fue **el carbón**; desde los años cincuenta, la fuente de energía principal en nuestro país pasa a ser el **petróleo**; pero a partir de las crisis energéticas de los años 70 comienza la expansión de la **energía nuclear** y se introducen otras **energías alternativas** al petróleo como el **gas natural** y las **energías renovables**.

En el último medio siglo el consumo de energía ha experimentado en España un crecimiento ininterrumpido, derivado de las necesidades impuestas por el proceso

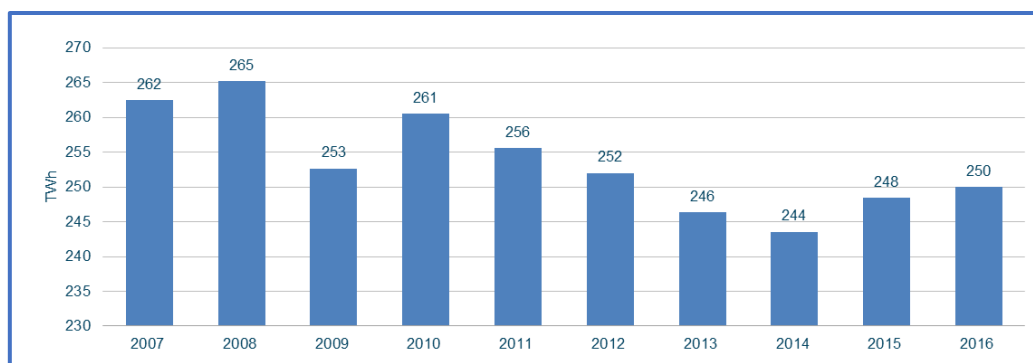
industrializador, la paralela mejora del nivel de vida y el consumo doméstico, la rápida e intensa motorización del transporte, la mecanización agraria...

Este crecimiento sólo se quiebra como consecuencia de la crisis del petróleo de los 70 (que ralentiza el consumo durante los años 80), para, desde entonces, recuperar su trayectoria ascendente como consecuencia del crecimiento económico.

Desde finales de los años 80, el sector eléctrico, el del gas y el del petróleo de nuestro país han cambiado radicalmente para cubrir las necesidades de la sociedad y cumplir con los compromisos medioambientales y energéticos de la Unión Europea, a la par que se han ido adaptando progresivamente a la liberalización de sus respectivos mercados.

Según datos del Informe España 2015, de la Fundación Encuentro (Madrid, 2015), el consumo de energía en España se ha llegado casi a quintuplicar entre 1965 y 2013, a pesar de la reducción que se produjo como consecuencia de la crisis económica de 2008.

Gráfico 2. Evolución de la demanda energética peninsular en los últimos 10 años.



Fuente: Red Eléctrica de España (REE) Informe 2016.

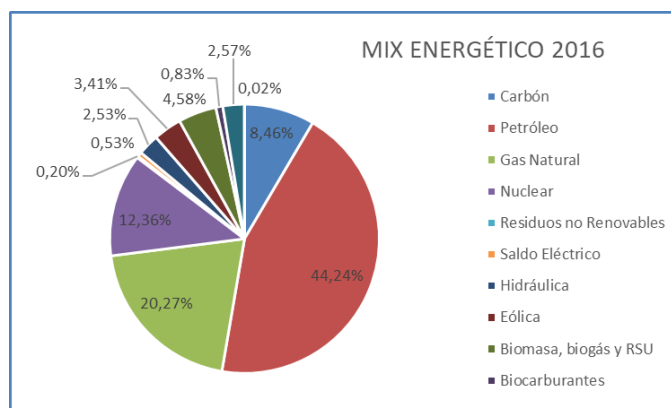
En el gráfico anterior, se observa cómo a partir de la crisis de 2008 desciende considerablemente la demanda de energía. Hay un repunte importante en el año 2010. Este aumento en la demanda energética pudo ser debido al principio de la recuperación del consumo de algunos sectores y a que las condiciones climáticas del año 2010 fueron más severas.

La demanda vuelve a descender en el año 2011, hasta situarse en el año 2016, en los mismos niveles del año 2009.

Tal y como se puede observar en el Gráfico 3, la principal fuente de energía de generación eléctrica en España en el año 2016 es el petróleo, que representa un 44% del total, seguido del gas natural con un 20% y de la energía nuclear en un 12%.

Si consideramos que en España no hay yacimientos de petróleo, ni de gas natural y que tenemos que importarlos del exterior, observamos que, con la actual estructura energética española, tenemos un limitado nivel de autoabastecimiento energético.

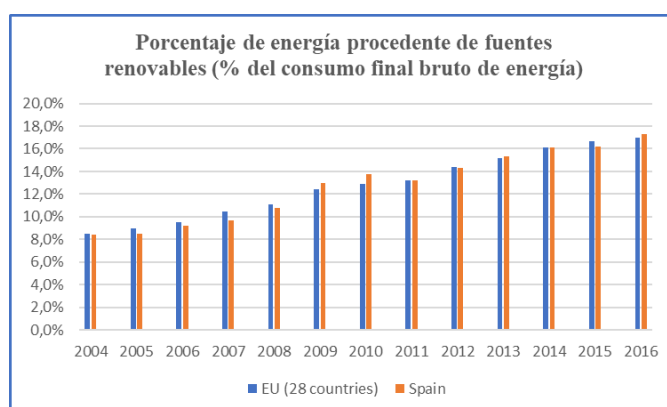
Gráfico 3. Estructura de generación eléctrica año 2016



Fuente: *Elaboración propia a partir de datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*

Según la Comisión Europea, en 2015, la participación de la energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la propia en la Unión Europea (UE), alcanzó el 16,7%, casi el doble de su nivel de 2004 (8,5%), el primer año para el que hay datos disponibles. En una nota de prensa del día 14 de marzo de 2017, muestra cómo la cuota de energía renovable en el consumo de energía sigue aumentando en la UE, tal como se aprecia en el Gráfico 4.

Gráfico 4. Cuota energía renovable consumo de energía España vs UE (2004-2016)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de EUROSTAT (2018)

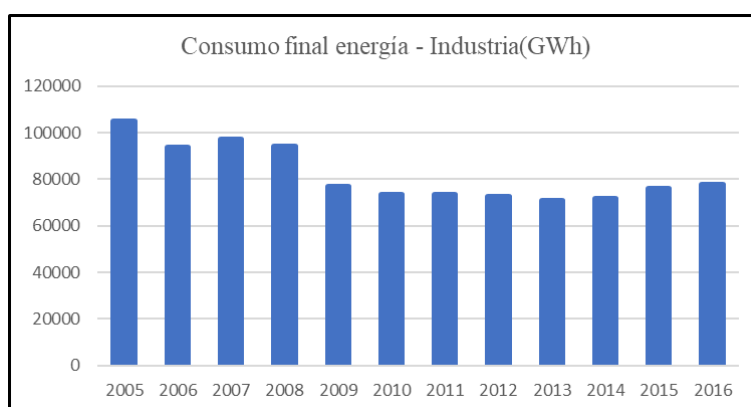
La participación de las energías renovables en el consumo final bruto de energía es uno de los indicadores clave de la *Estrategia Europa 2020*. El objetivo que debe alcanzarse para la UE es que esta proporción alcance el 20% para 2020. Las energías renovables, sin embargo, seguirán desempeñando un papel clave después de 2020 para ayudar a la UE a satisfacer sus necesidades energéticas. Por este motivo, los Estados miembros ya han acordado un nuevo objetivo de al menos el 27% de energía renovable en la UE para 2030.

2.3. La energía por Sectores

Según el informe publicado por ENERCLUB (2015), el sector energético ha contribuido al desarrollo económico y social de nuestro país, con una aportación al PIB nacional de cerca del 5%, y al empleo con alrededor de 500.000 puestos de trabajo caracterizados por su elevado nivel de productividad, alta calidad y cualificación y muy baja temporalidad.

Según el MINETAD (2017), el *sector industrial* representa en la actualidad del orden del 24% de la demanda energética total.

Gráfico 5. Consumo final energía Industria (2005-2016)



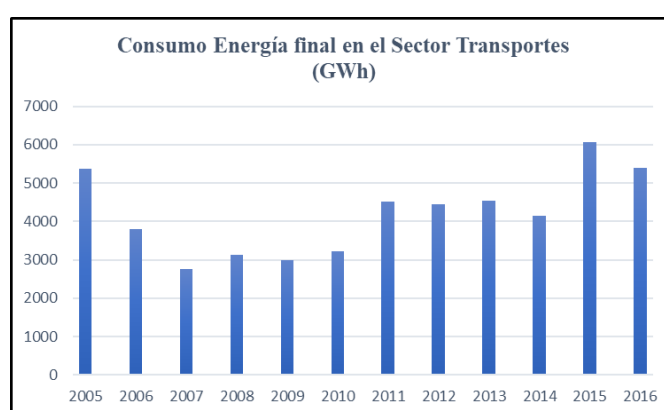
Fuente: Elaboración propia con datos EUROSTAT

El principal consumidor de energía es el **sector transporte**, que se mantiene muy dependiente de los combustibles fósiles, en más de un 90%.

En 2015 su consumo se incrementó en un 5,1%. Este aumento de la demanda energética se debió a la recuperación de la actividad económica, suponiendo un mayor crecimiento de la movilidad de todos los medios de transporte. Su consumo de energía es equivalente al 39% del total nacional. El sector del automóvil (vehículos eléctricos) representa un porcentaje del 15%.

En el Gráfico 6 se muestra la evolución del consumo de energía del sector transportes entre los años 2005-2016

Gráfico 6. Consumo de energía final sector transportes (2005-2016)



Fuente: Elaboración propia con datos EUROSTAT

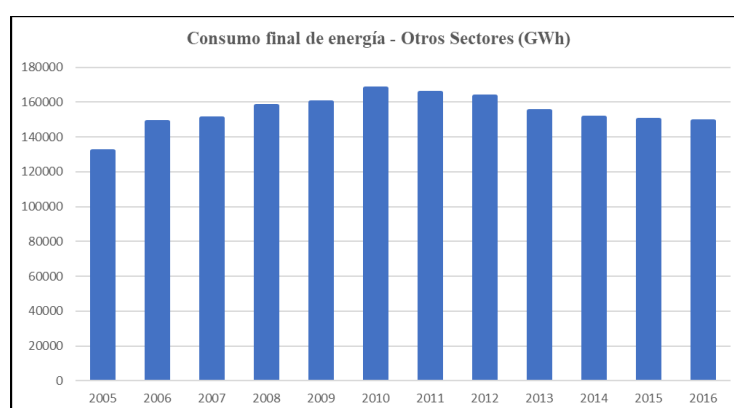
En el capítulo de **otros sectores**, se incluyen el sector servicios, el residencial, y el sector de la agricultura y la pesca.

Dentro del **sector servicios** englobamos una serie de actividades relacionadas con los **servicios a empresas, comercio, hostelería y restauración, sanidad y educación**. Todas estas actividades juntas representan una aportación al PIB del 67,2%, y un consumo equivalente al 12,5% de la demanda de energía final total, que en el año 2015 alcanzó un valor de 10.036 ktep. En ese mismo año, se ha incrementó la demanda asociada a todas las fuentes energéticas, en especial la del gas natural, duplicando prácticamente su consumo (MINETAD, 2017).

El **sector residencial** experimentó un incremento de su consumo en 2015, del 1,1% llegando hasta los 14.881 ktep, que equivalen al 18,5% del consumo de energía final total. Por tipo de producto, los que más aumentaron fueron los petrolíferos, con un 11,1%, haciéndose responsables del aumento global de consumo energético en el sector. La demanda energética del sector residencial presenta una tendencia bajista desde el año 2005, que se refuerza desde el año 2008 debido a la crisis económica y su consecuente pérdida de poder adquisitivo de los hogares. (MINETAD, 2017)

El **sector de la agricultura y pesca** representa el 3,1% de la demanda de energía final y el 2,9% del PIB. (MINETAD, 2017)

Gráfico 7. Consumo de energía final otros sectores (2005-2016)



Fuente: Elaboración propia con datos EUROSTAT

2.4. Dependencia energética

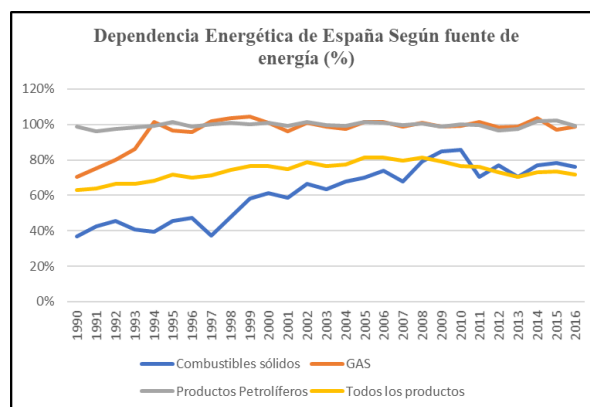
Según información obtenida de EUROSTAT (2018), la dependencia energética muestra hasta qué punto una economía depende de las importaciones para satisfacer sus necesidades energéticas.

España no tiene materias primas energéticas, excepto carbón, uranio y renovables. Su elevado consumo de fuentes de energía fósil procedentes de otros países, la sitúan como

uno de los países más dependientes energéticamente de la Unión Europea, teniendo que importar un 73%% de la energía primaria que consume. En el año 2016, la dependencia energética de España estaba en torno al 72%, frente al 53% de la UE (28)

Si la analizamos la composición del mix energético, observamos que las fuentes de las que más depende la economía española en la actualidad son el petróleo y el gas natural, en ambos casos en las proximidades del 100% (Gráfico 8).

Gráfico 8. Evolución dependencia energética de España (1990-2016)

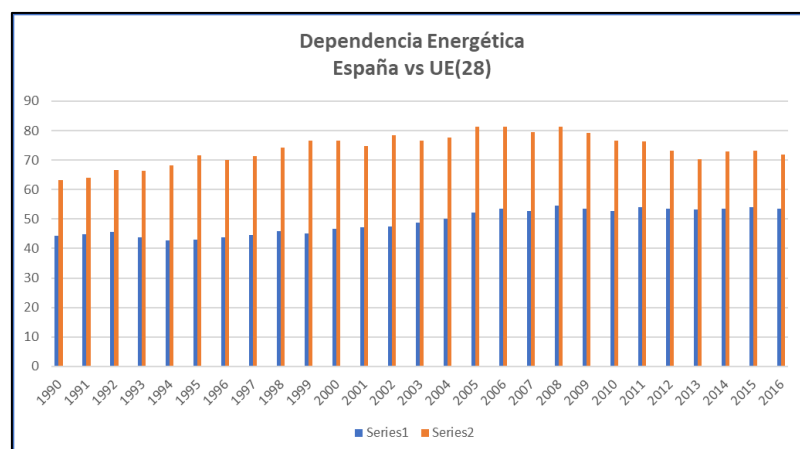


Fuente: Elaboración propia con datos de EUROSTAT (2018)

Como podemos observar en el Gráfico 9, España depende de las importaciones energéticas mucho más que la mayoría de los países de la UE28.

Prácticamente el 100% del petróleo que consume la economía española procede del exterior, y aproximadamente el 100% del gas natural que se usa para generar electricidad se importa desde otras naciones como Nigeria o Argelia. (ENERCLUB, 2016).

Gráfico 9. Dependencia energética de España vs UE (28) (1990-2016)



Fuente: EUROSTAT (2018)

ENERCLUB (2017) sostiene que la demanda de gas creció un 2,1% en 2016 y que continúa al alza, influyendo negativamente a nuestra dependencia energética.

En dicho informe, ENERCLUB indica que uno de los datos más negativos, en cuanto a la dependencia energética se refiere, lo ha protagonizado la electricidad. España, después de haber sido exportadora neta de electricidad durante más de 10 años, el año 2016 pasó a ser importadora neta.

Según datos de Foro de la Industria Nuclear Española (2017), en su informe Energía 2017, la dependencia energética primaria de España del exterior alcanzó en 2016 un 72,3%. Aunque es 1,3 puntos más baja que en el año 2015, sigue siendo una cifra muy alta, superando casi en 20 puntos porcentuales a la media de la UE-28 (54%).

En términos económicos, el 87% del déficit comercial español es consecuencia del déficit energético (Cuadernos de Energía 2017 y DELOITE, 2018), en gran parte debido a los combustibles fósiles, ya que las energías renovables presentan un saldo netamente exportador.

3. METODOLOGÍA

3.1. Indicadores y serie objetivo

El motivo de este trabajo es realizar un estudio del sector energético en España, y para ello se van a utilizar una serie de indicadores que se han considerado estratégicos para medir su evolución. Utilizando información histórica y con la ayuda de herramientas econométricas, se va a realizar la predicción del comportamiento de nuestra serie objetivo, para el segundo semestre del año 2018.

Como ya se ha comentado en la introducción, la serie objetivo elegida es “la dependencia energética en España”, y vamos a utilizar los indicadores de “Producción Interior de Energía” y “Consumo Interior de Energía” para calcular sus valores pasados. La fórmula⁴ para su cálculo es la siguiente:

$$DET = 100 - (PIT * \frac{100}{CIBT})$$

Siendo:

DET: Dependencia energética total

PIT: Producción interior de energía primaria

CIBT: Consumo interior bruto.

A continuación, pasamos a explicar la evolución de nuestra serie objetivo, utilizando los indicadores que se detallan en las Tablas 1 a 4.

Desde el lado de la oferta, hemos elegido los indicadores que se muestran en la Tabla 1, la Tabla 2 presenta los indicadores referidos a la demanda, la Tabla 3 los indicadores de precios e índices, y la Tabla 4, muestra nuestra serie objetivo, así como los indicadores utilizados para su cálculo. Para evitar problemas de multicolinealidad, los indicadores PIT y CIBT se han excluido del análisis.

⁴ Utilizamos la fórmula del Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT, 2018) para el cálculo del indicador DET.

Tabla 1: Indicadores de Producción (Oferta)

Abreviatura	Indicador	Unidades	Periodo	Frecuencia	Fuente
PICRB	Producción interior: carbón	Miles Tep	1995:2015	Mensual	INE
PIPET	Producción interior: petróleo	Miles Tep	1995:2015	Mensual	INE
PIGAS	Producción interior: gas natural	Miles Tep	1995:2015	Mensual	INE
PIHID	Producción interior: hidráulica	Miles Tep	1995:2015	Mensual	INE
PINUC	Producción interior: nuclear	Miles Tep	1995:2015	Mensual	INE
PIEyS	Producción interior: eólica y solar	Miles Tep	2006:2015	Mensual	INE
PIByR	Producción interior: biomasa y residuos	Miles Tep	2008:2015	Mensual	INE

Tabla 2: Indicadores de Consumo (Demanda)

Abreviatura	Indicador	Unidades	Periodo	Frecuencia	Fuente
CIBCRB	Consumo interior bruto de: carbón	Miles de Tep	1995:2015	Mensual	INE
CIBPET	Consumo interior bruto de: petróleo	Miles de Tep	1995:2015	Mensual	INE
CIBGAS	Consumo interior bruto de: gas natural	Miles de Tep	1995:2015	Mensual	INE
CIHID	Consumo interior: hidráulica(=PIHID)	Miles de Tep	1995:2015	Mensual	INE
CINUC	Consumo interior: nuclear(=PINUC)	Miles de Tep	1995:2015	Mensual	INE
CIEyS	Consumo interior: eólica y solar(=PIEyS)	Miles de Tep	2006:2015	Mensual	INE
CIByR	Consumo interior: biomasa y residuos	Miles de Tep	2008:2015	Mensual	INE
CEE	Consumo de energía eléctrica	Mill. KWh	1958:2017	Mensual	MINECO

Tabla 3: Indicadores de Precios e Índices

Abreviatura	Indicador	Unidades	Periodo	Frecuencia	Fuente
PIBPrM	Producto Interior Bruto a Prc. Mrcdo. (Mensual)	Millones de €	1995:2015	Mensual	INE
IPCEN	IPC ENERGÍA (Índice 2006=100)	Índice 2006=100	1976:2016	Mensual	MINETUR
IPIEN	IPI ENERGIA	Índice 2010=100	1975:2017	Mensual	MINECO

Tabla 4: Serie Objetivo: Dependencia energética

Abreviatura	SERIE OBJETIVO	Unidades	Periodo	Frecuencia	Fuente
PIT	Producción interior Energía: TOTAL	Miles de Tep	1995:2015	Mensual	INE
CIBT	Consumo interior Bruto Energía: TOTAL	Miles de Tep	1995:2015	Mensual	INE
DET	Dependencia Energética Total en España	%	1995:2015	Mensual	Elaboración propia (Datos INE)

Nuestras series, son series temporales, y queremos modelizar los datos de la serie objetivo **Dependencia Energética Total en España (DET)**, para poder predecir su comportamiento para los próximos meses. En consecuencia, el tratamiento que se les debe dar es el propio de series temporales, enfoque Box-Jenkins en nuestro caso.

Este tipo de series pueden abordarse utilizando dos grandes enfoques: Paramétrico y No Paramétrico.

3.2. Enfoque no paramétrico

El enfoque no paramétrico se basa en la descomposición de una variable en sus elementos fundamentales de Tendencia-Ciclo, componente Estacional e Irregular, en función de cómo se relacionan entre sí (de forma aditiva o multiplicativa)

3.2.1. Tendencia y Estacionalidad.

Para averiguar si nuestra serie tiene componente tendencial, obtendremos el **Test de Daniel**. Este contraste tiene por objetivo determinar el grado de correspondencia que existe entre los rangos de dos variables: el tiempo y la serie a analizar.

Utilizamos el estadístico de contraste τ_S que sigue una distribución Normal:

$$\tau_S = 1 - \frac{6 \sum_{t=1}^T dt^2}{T(T^2-1)} \quad \tau_S \sim N\left(0, \frac{1}{T-1}\right)$$

Donde t es el orden temporal de las observaciones de la serie, dt es la diferencia entre el rango de las observaciones de la serie y t ; y T representa el tamaño de la muestra.

Tras estandarizar el estadístico se obtiene una distribución Normal (0,1):

$$z = \sqrt{T-1} \tau_S \sim N(0,1)$$

Una vez que hemos determinado si nuestra serie tiene o no Tendencia, pasamos a evaluar si también presenta Estacionalidad. Para ello utilizaremos dos posibles contrastes: el *Test de Kendall* y el *Test de Kruskal-Wallis*. Si la serie tiene Tendencia, utilizaremos el Test de Kendall, y si no tiene tendencia, utilizaremos el Test de Kruskal-Wallis.

En el caso del Test de Kendall, el estadístico de contraste que utilizaremos es el siguiente:

$$K = \frac{s}{T(s+1)} \sum_{i=1}^s \left(M_i - \frac{A \times (s+1)}{2} \right)^2$$

Donde T es el tamaño de la muestra, s es la frecuencia (meses, trimestres, ...), M_i es la suma de los rangos correspondientes a cada estación y A el número de ciclos estacionales que existen en la muestra (normalmente son los años).

En el caso de que nuestra serie no tuviera Tendencia, utilizaríamos el *Test de Kruskal-Wallis*, definido como:

$$KW = \frac{s}{T(T+1)} \times \frac{\sum_{i=1}^s M_i^2}{T_i} - 3(T+1)$$

Tras aplicar los contrastes correspondientes en cada caso, determinamos que todas nuestras series presentan Estacionalidad y la mayoría tienen Tendencia, a excepción de los indicadores **PIHID/CIHID** (Producción/Consumo interior hidráulica), **PINUC/CINUC** (Producción/Consumo interior Nuclear) y **DET** (Dependencia Energética Total), nuestra serie objetivo.

En las Tablas 5 a 10 aparece el detalle de los resultados obtenidos:

Tabla 5: Enfoque No Paramétrico - Resultados Indicadores Producción (I)

Indicadores (Producción)		PICRB	PIPET	PIGAS	PIHID
Test Daniel	Ts	-0,95899256	-0,54458095	-0,60884863	-0,02785470
	Z	-15,19329954	-8,62778477	-9,64597631	-0,44130147
	Regla decisión	$ Z > 1,96$	$ Z > 1,96$	$ Z > 1,96$	$ Z < 1,96$
	Resultado	Tendencia	Tendencia	Tendencia	No tendencia
Test Kendall	K	908,25641026	36,63369963	14,58241758	
	P-valor	0,00000000	0,00013270	0,20242305	
	Regla decisión	K>Chicud	K>Chicud	K>Chicud	
	Resultado	Estacional	Estacional	Estacional	
Test Kruskal-Wallis	KW				99,70701693
	P-valor				0,00000000
	Regla decisión				K>Chicud
	Resultado				Estacional

Tabla 6: Enfoque No Paramétrico - Resultados Indicadores Producción (II)

Indicadores (Producción)		PINUC	PIEYs	PIByR
Test Daniel	Ts	-0,02002080	0,90518092	0,47707542
	Z	-0,31718915	9,87435802	4,64995601
	Regla decisión	$ Z < 1,96$	$ Z > 1,96$	$ Z > 1,96$
	Resultado	No tendencia	Tendencia	Tendencia
Test Kendall	K		20,78461538	51,13461538
	P-valor		0,03567241	0,00000039
	Regla decisión		K>Chicud	K>Chicud
	Resultado		Estacional	Estacional
Test Kruskal-Wallis	KW	49,56178466		
	P-valor	0,00000075		
	Regla decisión	K>Chicud		
	Resultado	Estacional		

Tabla 7: Enfoque No Paramétrico - Resultados Indicadores Consumo (I)

Indicadores (Consumo)		CIBCRB	CIBPET	CIBGAS	CIHID
Test Daniel	Ts	-0,48393664	-0,22724836	0,73815560	-0,02785470
	Z	-7,66699831	-3,60029106	11,69458409	-0,44130147
	Regla decisión	$ Z > 1,96$	$ Z > 1,96$	$ Z > 1,96$	$ Z < 1,96$
	Resultado	Tendencia	Tendencia	Tendencia	No tendencia
Test Kendall	K	808,80677656	95,87179487	191,35897436	
	P-valor	0,00000000	0,00000000	0,00000000	
	Regla decisión	K>P-valor	K>P-valor	K>P-valor	
	Resultado	Estacional	Estacional	Estacional	
Test Kruskal-Wallis	KW				99,70701693
	P-valor				0,00000000
	Regla decisión				K>P-valor
	Resultado				Estacional

Tabla 8: Enfoque No Paramétrico - Resultados Indicadores Consumo (II)

Indicadores (Consumo)		CINUC	CIEyS	CIByR	CEE
Test Daniel	Ts	-0,02002080	0,90518092	0,46424308	0,98309025
	Z	-0,31718915	9,87435802	4,52488185	26,36075422
	Regla decisión	$ Z < 1,96$	$ Z > 1,96$	$ Z > 1,96$	$ Z > 1,96$
	Resultado	No tendencia	Tendencia	Tendencia	Tendencia
Test Kendall	K		20,78461538	49,86538462	443,68205128
	P-valor		0,03567241	0,00000066	0,00000000
	Regla decisión		$K > P\text{-valor}$	$K > P\text{-valor}$	$K > P\text{-valor}$
	Resultado		Estacional	Estacional	Estacional
Test Kruskall-Wallis	KW	49,56178466			
	P-valor	0,00000075			
	Regla decisión	$K > P\text{-valor}$			
	Resultado	Estacional			

Tabla 9: Enfoque No Paramétrico - Resultados Indicadores Precios e Índices

Indicadores (Precios)		PIBPrM	IPCEN	IPIEN
Test Daniel	Ts	0,88854370	0,96757889	0,89883295
	Z	14,07717961	21,44011599	20,39776574
	Regla decisión	$ Z > 1,96$	$ Z > 1,96$	$ Z > 1,96$
	Resultado	Tendencia	Tendencia	Tendencia
Test Kendall	K	222,80952381	102,10318949	210,45617174
	P-valor	0,00000000	0,00000000	0,00000000
	Regla decisión	$K > P\text{-valor}$	$K > P\text{-valor}$	$K > P\text{-valor}$
	Resultado	Estacional	Estacional	Estacional
Test Kruskall-Wallis	KW			
	P-valor			
	Regla decisión			
	Resultado			

Tabla 10: Enfoque No Paramétrico - Resultados Serie Objetivo (DET)

Serie Objetivo		DET
Test Daniel	Ts	-0,09745734
	Z	-1,54401461
	Regla decisión	$ Z < 1,96$
	Resultado	No tendencia
Test Kendall	K	
	P-valor	
	Regla decisión	
	Resultado	
Test Kruskall-Wallis	KW	35,890547
	P-valor	0,00000000
	Regla decisión	$K > P\text{-valor}$
	Resultado	Estacional

3.3. Enfoque paramétrico.

Box y Jenkins (1976) desarrollan la metodología básica para el tratamiento de series temporales, que después se ha acabado conociendo como método Box-Jenkins. La clave del enfoque consiste en explotar la dependencia que existe entre los datos observados, para construir los denominados modelos ARIMA (AutoRegresive Integrated Moving Average).

Para avanzar en este trabajo, hemos utilizado el programa GRET, software econométrico de código abierto y libre distribución bajo los términos de la Licencia Pública General GNU (GPL).

La metodología de Box y Jenkins se desarrolla en cuatro fases: *Identificación, Estimación del modelo, Chequeo o Diagnóstico y Predicción*.

3.3.1. Identificación, Estimación y Diagnóstico

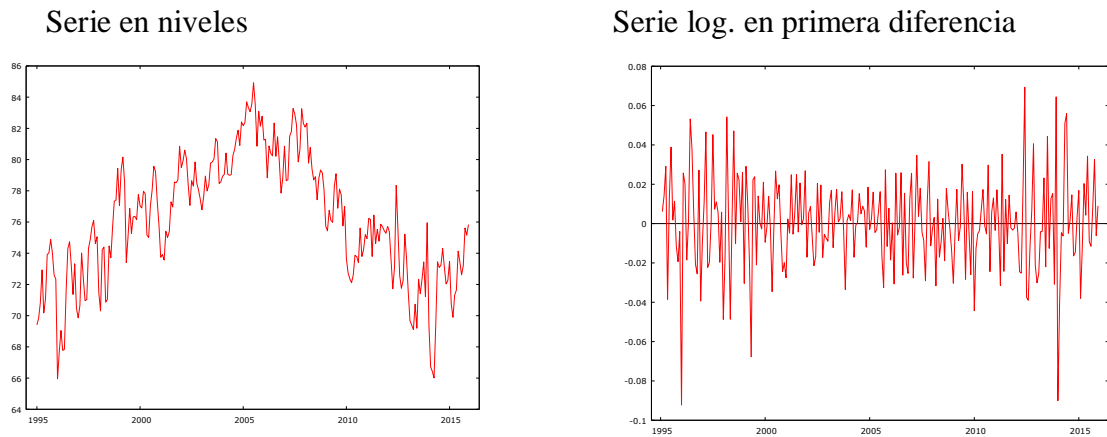
En este paso vamos a determinar el valor de p y q , así como el orden de la parte I , (esto es, orden de integración, conocido como d) que corresponde al modelo ARIMA. Nos servimos para ello del análisis gráfico de la serie y de sus transformaciones (1ª diferencia, 2ª diferencia, ...), del análisis de los estadísticos principales, análisis del correlograma, y por último del contraste de Dickey Fuller que nos ayuda a verificar los valores de obtenidos.

3.3.1.1. Análisis gráfico

En los gráficos siguientes, se muestran la serie original y la serie transformada mediante logaritmos y diferencias (según sea necesario) de algunos de nuestros indicadores. El resto de gráficos se presentan detalladamente en el ANEXO II.

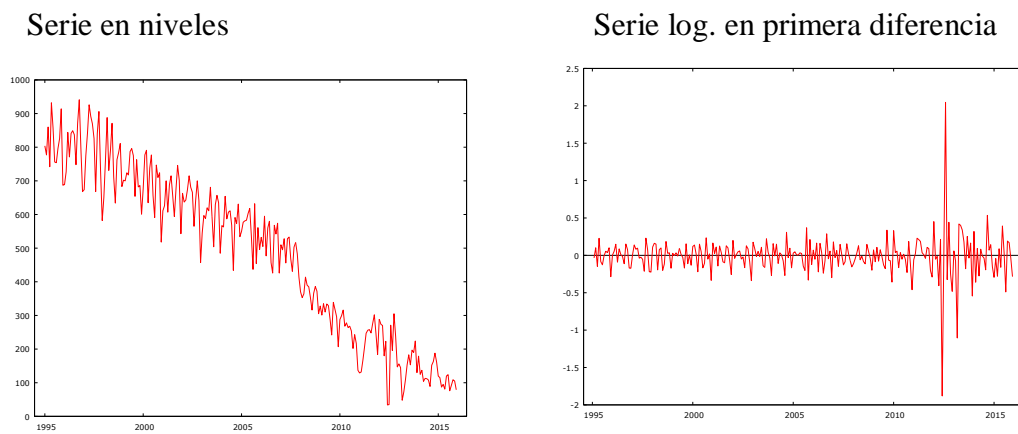
En primer lugar, presentamos en el Gráfico 10 nuestra serie objetivo original suavizada mediante logaritmos y diferencias.

Gráfico 10: Serie DET (Dependencia Energética Total)



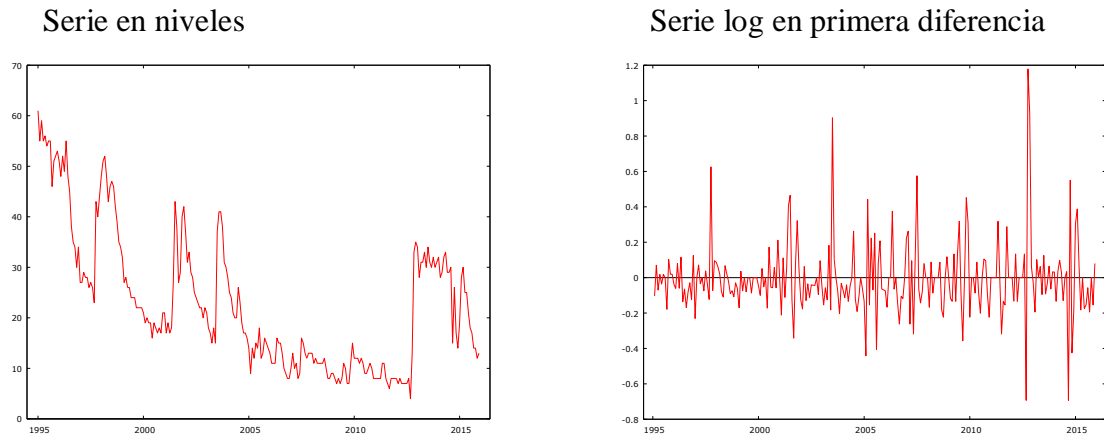
Como se puede observar en el gráfico de la izquierda, la serie DET muestra una tendencia alcista hasta el año 2008, coincidiendo con la crisis económica; a partir de ese año comienza a descender hasta 2015, año en el que de nuevo revierte a una tendencia alcista. El gráfico de la derecha muestra la serie suavizada al tomar logaritmos y diferencias.

Gráfico 11: Serie PICRB (Producción Interior de Carbón)



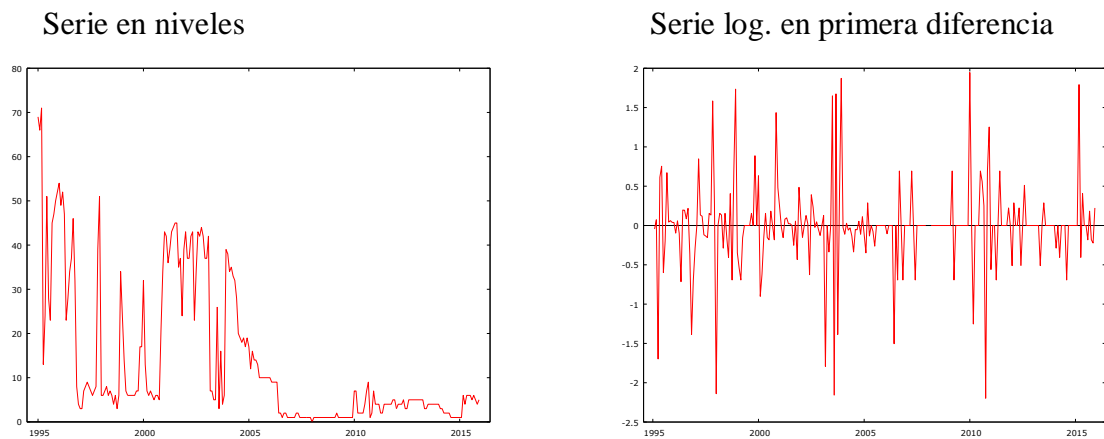
El indicador PICRB muestra los miles de Tep de Carbón producido en España, durante los años 1995 y 2015. Se observa que la serie tiene tendencia bajista, y no es estacionaria ni en media ni en varianza, por lo que tomamos logaritmos y primeras diferencias.

Gráfico 12: Serie PIPET (Producción Interior de Petróleo)



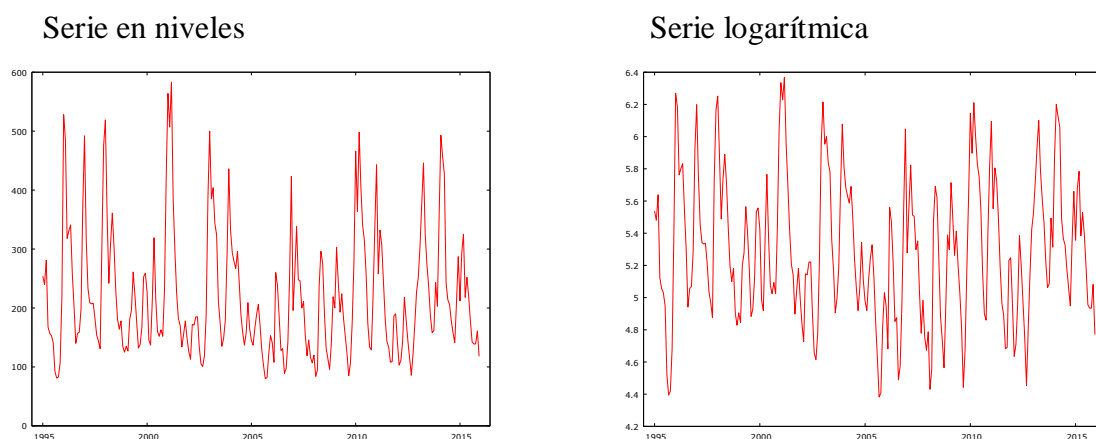
El indicador PIPET muestra los Miles de Toneladas equivalentes de petróleo producidas en España. La serie de datos también muestra tendencia bajista.

Gráfico 13: Serie PIGAS (Producción Interior de Gas natural)



El indicador de Producción Interior de Gas natural muestra tendencia bajista, aunque no tan acentuada como en las anteriores. La serie parece no ser estacionaria en varianza, por lo que hemos tomado logaritmos. Es necesario tomar una diferencia de la serie logarítmica para hacerla estacionaria en media.

Gráfico 14: Serie PIHID (Producción Interior Hidráulica)



El indicador de Producción Interior Hidráulica, tal y como habíamos observado en el análisis no paramétrico, no muestra tendencia; observamos en el gráfico que es estacionario en media, aunque distinta de 0. Al hacer el test de Dickey-Fuller, comprobamos que no es integrado (no aplicamos diferencias). Sin embargo, comprobamos con el correlograma (ver ANEXO III) que tiene componente estacional, por lo que debemos estimar también los parámetros estacionales.

La estacionalidad, la define Box-Jenkins (1976, pág. 303-04) indicando que: *“la característica fundamental de las series temporales estacionales de periodo s es que las observaciones que están separadas s periodos son similares. La relación existente entre las observaciones para el mismo mes en años sucesivos”*

Los Gráficos 15 a 18 muestran las series originales y suavizadas de los indicadores de consumo energético.

Gráfico 15: Serie CIBCRB (Consumo Interior Carbón)

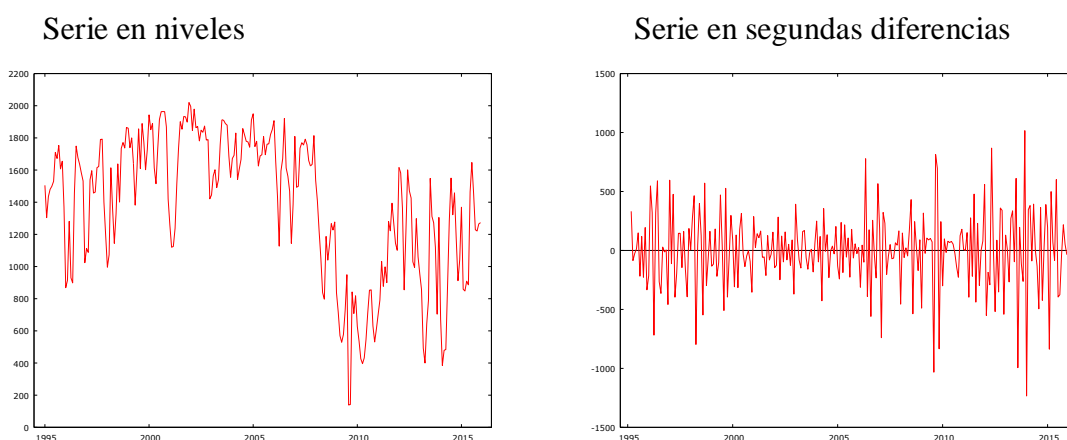


Gráfico 16: Serie CIBPET (Consumo Interior Petróleo)

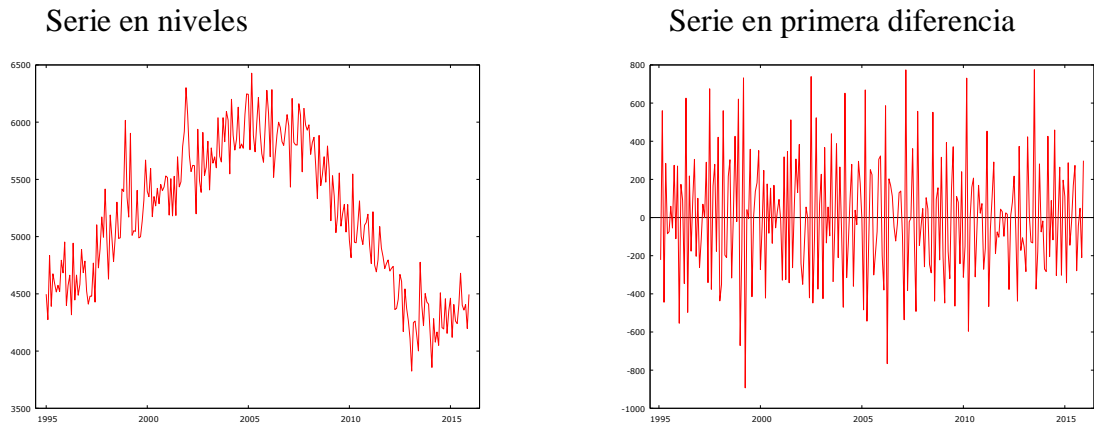


Gráfico 17: Serie CIBGAS (Consumo Interior Gas Natural)

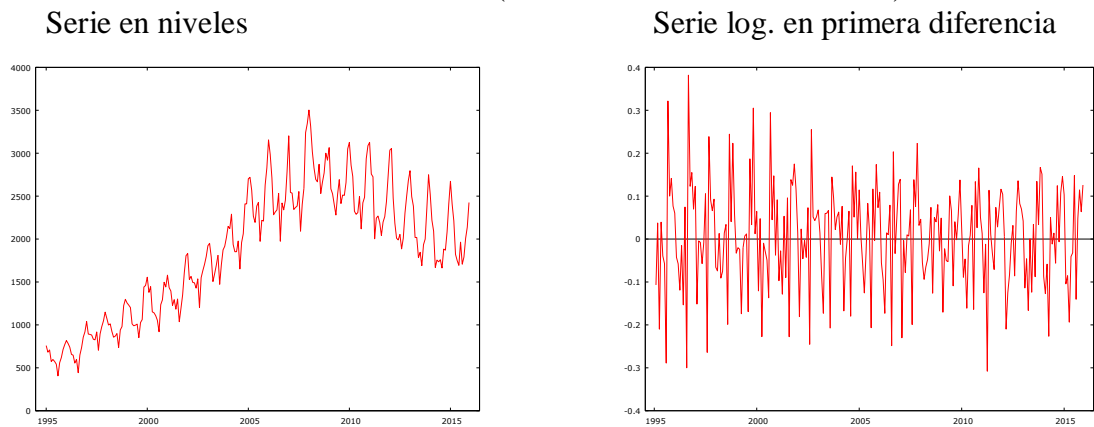
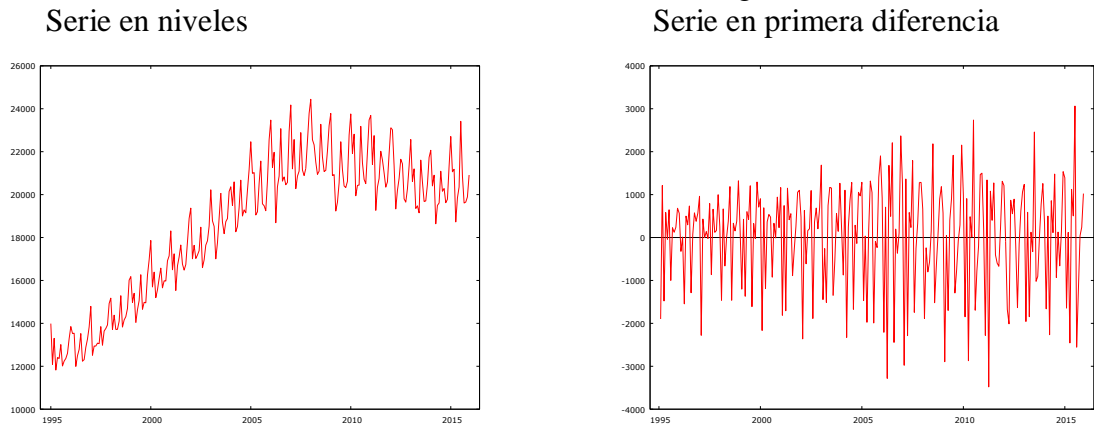


Gráfico 18: Serie CEE (Consumo Interior Energía Eléctrica)



3.3.1.2. Análisis de correlogramas

La siguiente etapa en el método Box-Jenkins consiste en la identificación del modelo ARIMA para lo que utilizaremos las funciones FAC (Función de autocorrelación) y FACP (Función de autocorrelación parcial) de la serie original y la serie transformada).

Los procesos de tipo media móvil $MA(q)$, presentan una función de autocorrelación parcial que decrece de forma regular, junto con una función de autocorrelación con tantos valores distintos de cero como el orden de la media móvil.

Si se trata de un modelo autorregresivo $AR(p)$, su función de autocorrelación decrecerá regularmente hacia cero, y su función de autocorrelación parcial tendrá tantos valores distintos de cero como orden del autorregresivo.

En el ANEXO III mostramos los correlogramas de nuestras series originales y sus respectivas transformaciones.

En la mayoría de los casos observamos que existe un fuerte componente estacional, por lo que necesitaremos construir modelos ARIMA con parámetros regulares y estacionales. Antes de entrar en ese debate, vamos a obtener los contrastes de Dickey Fuller para determinar el número de raíces unitarias que contiene la serie original. El objetivo es determinar el orden adecuado de diferenciación para obtener una transformación estacionaria. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11: Contrastes de Dickey Fuller

Contraste D-F: (Nivel de significación 5% / $\epsilon=0,05$)				
SERIE	Punto crítico ($\tau\epsilon$)	Hipótesis	Estadístico Contte.	Nº diferencias
PICRB	-3,45	I(1) frente a I(0)	-1.12955	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-15.2967	d=1
PIPET	-3,45	I(1) frente a I(0)	-2.56301	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-12.79	d=1
PIGAS	-3,45	I(1) frente a I(0)	-1.87916	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-14.1709	d=1
PIHID=CIHID	-2.89	I(1) frente a I(0)	-4.02168	d=0
		I(2) frente a I(1)		d=0
PINUC=CINUC	-2,89	I(1) frente a I(0)	-2.96729	d=0
				d=0
PIEyS=CIEyS	-3,45	I(1) frente a I(0)	-2,04127	d \geq 1
	-2,89	I(2) frente a I(1)	-10.7957	d=1
PIByR	-3,45	I(1) frente a I(0)	-4.20296	d=0
	-	-	-	d=0
CIBCRB	-2,89	I(1) frente a I(0)	-1.62344	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-15.2773	d=1
CIBPET	-3,45	I(1) frente a I(0)	-1.36967	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-21.6438	d=1
CIBGAS	-3,45	I(1) frente a I(0)	0.249151	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-9.36288	d=1
CIByR	-3,45	I(1) frente a I(0)	-3.59919	d=0
	-	-	-	d=0
CEE	-3,45	I(1) frente a I(0)	0.26098	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-12.582	d=1
PIBPrM	-3,45	I(1) frente a I(0)	0.336171	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-1.22973	d=2
	-1,95	I(3) frente a I(2)	-11.9794	d=2
IPCEN	-3,45	I(1) frente a I(0)	-1.83562	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-3.53489	d=1
IPIEN	-3,45	I(1) frente a I(0)	0.0639652	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-13.1702	d=1
DET	-3,45	I(1) frente a I(0)	-1.39036	d \geq 1
	-1,95	I(2) frente a I(1)	-14.0988	d=1

Fijado el orden de integración, **d** en la Tabla anterior, podemos discutir los valores adecuados para **p** y **q** del proceso ARIMA correspondiente a cada serie. Para ello, utilizaremos el test de Anderson (1942), que se basa en el comportamiento de los coeficientes de autocorrelación muestral y de los coeficientes de autocorrelación parcial muestral. El test de Anderson nos permite decidir cuándo un coeficiente de autocorrelación (parcial) muestral no es estadísticamente distinto de cero.

A continuación, el modelo así identificado se podrá estimar utilizando técnicas estándar de máxima verosimilitud.

La siguiente etapa es de diagnóstico o chequeo, en la que tratamos de comprobar si el modelo que hemos estimado es adecuado para explicar los datos que observamos en las series. Box y Jenkins (1976) sugieren para ellos dos enfoques: el sobreajuste y análisis de los residuos.

El sobreajuste consiste en construir deliberadamente un modelo más amplio que el que hemos identificado, para comprobar que los términos adicionales añadidos no son significativos, por lo que nuestros modelos son adecuados.

Con el análisis de los residuos verificamos que los residuos que hemos obtenido se comportan como ruido blanco, analizando los supuestos de media cero, normalidad, incorrelación y varianza constante u homocedasticidad.

En la Tabla 12 se muestran los modelos estimados. En el ANEXO V se ofrecen más detalles.

Tabla 12. Modelos ARIMA estimados

			Parámetros Regulares					Parámetros Estacionales			
SERIE	Modelo	δ	Φ_1	Φ_2	Φ_3	θ_1	θ_2	Φ_1	Φ_2	Φ_3	Θ_1
PICRB	ARIMA (1,1,1)	-0.0086	0.4387			-0.9232					
PIPET	ARIMA (1,1,1)	-0.0047	0.8645			-0.9538					
PIGAS	ARIMA(1,1,1)	-0.0098	0.5809			-0.8195					
PIHID=CIHID	ARIMA(1,0,1)(1,0,1) ₁₂	5.2889	0.6560			0.3285		0.9969			-0.9542
PINUC=CINUC	ARIMA(1,0,0)(2,1,0) ₁₂	0.0016	0.5178					-0.7038	-0.1833		
PIEyS=CIEyS	ARIMA(1,1,0)(1,0,0) ₁₂	0.0089	-0.4547					0.2817			
PIByR	ARIMA(1,0,0)(1,0,1) ₁₂	6.2911	0.6700					0.9776			-0.7984
CIBCRB	ARIMA(2,1,1)(2,1,0) ₁₂	0.0008	0.4775	-0.2533		-0.6814		-0.6365	-0.3837		
CIBPET	ARIMA(2,1,1)	-0.5031	-0.4281	-0.2661		-0.3829					
CIBGAS	ARIMA(1,1,1)(1,0,1) ₁₂	0.0043	0.4965			-0.8089		0.9886			-0.7171
CIByR	ARIMA(2,0,0)(2,0,0) ₁₂	6.3441	0.4883	0.2852				0.3584	0.3231		
CEE	ARIMA(0,1,1)(0,1,1) ₁₂	-0.0003				-0.7206					-0.7803
PIBPrM	ARIMA(0,2,2)(0,1,1) ₁₂	0,0000				-1.4706	0.5069				-0.7873
IPCEN	ARIMA(110)	0.0016	0.3426								
IPIEN	ARIMA(1,1,1)(0,1,1) ₁₂	-0.0187	0.4443			-0.8657					-0.7079
DET	ARIMA(1,1,1)(2,1,0) ₁₂	-0.00004	0.6685			-0.9119		-0.7343	-0.3676		

3.3.2. Predicciones

El último paso en este proceso que estamos desarrollando es la predicción de las series de indicadores. Obtendremos la predicción puntual de las series y también por intervalo, lo que nos permitirá realizar contrastes de permanencia estructural. Los gráficos de las predicciones se muestran con detalle en el ANEXO V.

A continuación, presentamos en la Tabla 13 las predicciones de las series analizadas, según los modelos ARIMA estimados, para el segundo semestre de 2018.

Tabla 13: Predicciones series de indicadores según modelos ARIMA estimados.

PREDICCIONES SEGÚN MODELOS ARIMA							
INDICADOR	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18	Variación media segundo semestre
PICRB	76,92	76,26	75,60	74,95	74,31	73,67	-9,85%
PIPET	13,46	13,40	13,34	13,28	13,22	13,16	-4,85%
PIGAS	3,16	3,13	3,10	3,07	3,04	3,01	-11,15%
PIHID=CIHID	178,59	145,16	130,64	139,98	189,15	231,49	0,06%
PINUC=CINUC	1.273,20	1.288,34	1.328,13	1.230,03	1.129,76	1.283,06	0,70%
PIEyS=CIEyS	517,40	519,97	522,72	526,14	530,57	532,63	3,40%
PIByR	515,40	479,41	496,57	522,13	572,41	614,53	0,01%
CIBCRB	2.139,36	1.868,48	1.720,88	1.601,46	1.444,79	1.644,53	10,50%
CIBPET	4.359,51	4.359,00	4.358,50	4.358,00	4.357,50	4.356,99	-0,14%
CIBGAS	1.763,44	1.591,86	1.736,47	1.833,20	2.017,11	2.246,62	-2,07%
CIByR	578,39	565,06	565,66	569,81	603,01	624,81	-1,51%
CEE	20.565,91	19.243,33	18.560,67	18.371,03	18.814,44	19.990,85	-2,36%
PIBPrM	295.374,70	296.054,84	296.677,21	315.464,05	316.316,95	316.886,83	4,28%
IPCEN	107,13	107,30	107,48	107,65	107,83	108,01	1,98%
IPIEN	98,26	90,31	84,96	81,31	80,48	87,09	-2,77%

Estos datos serán los que utilizemos para predecir el comportamiento de la variable objetivo, a través de la estimación de un Modelo de Regresión Lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

3.4. Estimación Modelo Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

El objetivo de la estimación de un modelo de regresión lineal es poder obtener la predicción de la serie objetivo llamada DET (variable endógena o explicada) utilizando para ello la información generada en las predicciones de los indicadores energéticos (variables exógenas).

En este sentido, hemos especificado un **primer modelo** utilizando como variable endógena nuestra variable objetivo (DET) y como variables explicativas todos nuestros indicadores. En esa ecuación observamos una serie de problemas como la falta de significatividad de una serie de indicadores (CIByR e IPCEN), por ejemplo, o la existencia de una fuerte colinealidad generada, sobre todo, por las variables CIHID, CINUC y CIEyS.

Para corregir estas dificultades, hemos especificado un **segundo modelo** en el que todas las variables son relevantes y tiene un alto coeficiente de determinación (R^2). Se trata del modelo que aparece en la Tabla 14.

Tabla 14: MCO: Modelo 2. Recta de regresión muestral

Modelo Estimado por MCO	Coef. deter. (R^2)
$DET_t = 76,1395 - 0,0108 PICRB_t - 0,0099 PIPET_t - 0,0066 PIGAS_t - 0,0077 PIHID_t - 0,0071 PINUC_t - 0,0084 PIEyS_t - 0,0037 PIByR_t + 0,0026 CIBCRB_t + 0,0030 CIBPET_t + 0,0014 CIBGAS_t + 0,0002 CEE_t - 0,000007 PIBPrM_t - 0,0448 IPIEN_t$	0.988111

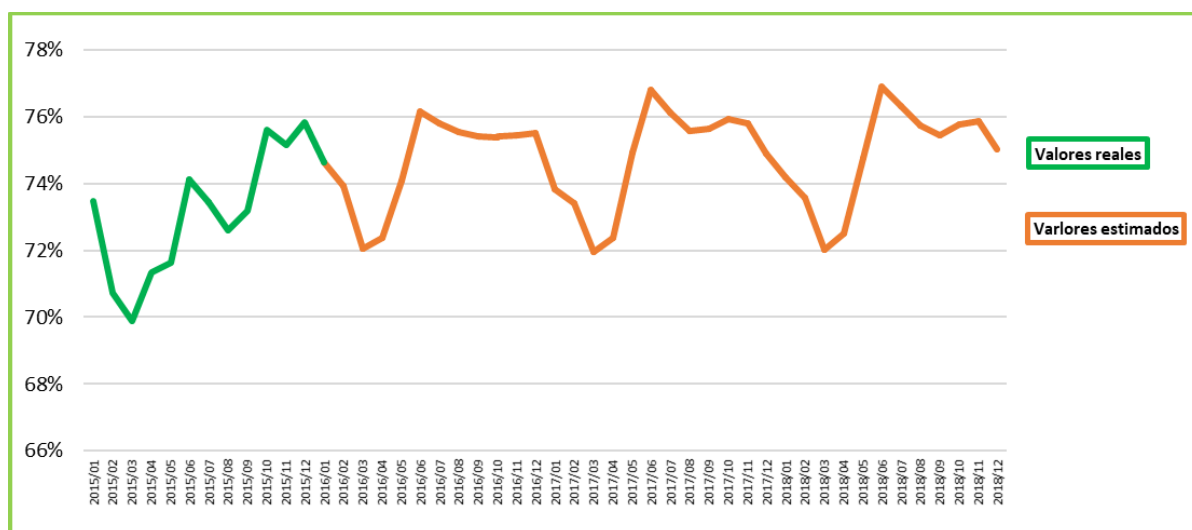
Se observa que la relación de todos los indicadores de producción con nuestra variable endógena es negativa. Esto es coherente, ya que, a mayor producción de energía, menor será la dependencia energética. En contrapartida, los indicadores de consumo energético muestran una relación positiva con la variable de dependencia energética (DET)

Por cada mil Tep adicionales de producción de carbón, la dependencia energética disminuye en un 1%. Si nos centramos en las energías renovables (PIHID, PIEyS), por cada mil Tep adicionales de producción de energía renovable (Hidráulica, Eólica y Solar), podríamos disminuir nuestra dependencia energética en un 1,61%.

El coeficiente de determinación (R^2) de 0,9881, indica que el 98,81% del comportamiento de la DET, es explicado por el modelo estimado, por lo que nuestras predicciones son fiables.

En el Gráfico 19 se muestra la evolución de la Dependencia Energética en el año 2015, y las predicciones obtenidas con el modelo que hemos construido para los años 2016 a 2018. Como se puede observar, la DET va a seguir manteniéndose entre el 72% y el 76%. En el último semestre del 2018 muestra una tendencia bajista, corroborando el carácter cíclico que viene trazando en los dos últimos años, pero si analizamos a tasa de variación interanual, se observa que sufre un ligero aumento, aunque menos significativo que en años anteriores. En la Tabla 15 se muestran con detalle las tasas de variación interanuales de la DET.

Gráfico 19: Dependencia Energética de España y su Previsión



Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Dependencia Energética en España (Tasa de variación prevista)

PERIODO	VARIACIÓN INTERANUAL
2016/01	1,58%
2016/02	4,52%
2016/03	3,08%
2016/04	1,44%
2016/05	3,43%
2016/06	2,73%
2016/07	3,20%
2016/08	4,04%
2016/09	3,04%
2016/10	-0,27%
2016/11	0,40%
2016/12	-0,41%
Tasa media de variación 2016	2,232%

PERIODO	VARIACIÓN INTERANUAL
2017/01	-1,10%
2017/02	-0,71%
2017/03	-0,12%
2017/04	0,03%
2017/05	1,14%
2017/06	0,84%
2017/07	0,41%
2017/08	0,05%
2017/09	0,28%
2017/10	0,68%
2017/11	0,45%
2017/12	-0,84%
Tasa media de variación 2017	0,094%

PERIODO	VARIACIÓN INTERANUAL
2018/01	0,48%
2018/02	0,21%
2018/03	0,08%
2018/04	0,15%
2018/05	-0,23%
2018/06	0,11%
2018/07	0,24%
2018/08	0,22%
2018/09	-0,26%
2018/10	-0,21%
2018/11	0,08%
2018/12	0,17%
Tasa media de variación 2018	0,086%

Tasa Variación Media 2º sem	
DET MEDIA 2º sem 17	75,66%
DET MEDIA 2º sem 18	75,69%
	0,042%

4. CONCLUSIONES

Ante la preocupante situación de dependencia energética actual en España, he querido enfocar mi Trabajo de Fin de Grado en el sector energético, y en particular en todos los factores que inciden en la dependencia energética del país.

España es dependiente casi en el 100% del carbón y del petróleo, siendo estas las fuentes de energía más utilizadas en su mix energético.

Si nos fijamos en el total de energía consumida, la dependencia energética española se encuentra por encima de la media de la Unión Europea; alrededor del 75% de la energía primaria que se consume en España es importada del exterior.

La producción eléctrica que generaron las fuentes renovables en 2016 alcanzó casi el 39% de la generación total, y disminuyó en 2017 hasta el 32%. (Ver ANEXO II)

El potencial de producción autónoma y el grado de diversificación energético inciden en la capacidad de autoabastecimiento, y en particular, en la dependencia energética, que, a día de hoy, sigue siendo muy elevada, alrededor del 75%, y está muy por encima de la media europea. (MINETAD, 2018)

El objetivo de este trabajo ha sido predecir el nivel de dependencia energética para el segundo semestre de 2018.

Para lograr nuestro objetivo, se realiza un estudio de la coyuntura del sector energético, a través del enfoque paramétrico y no paramétrico de una serie de indicadores energéticos.

Como resultado de nuestro enfoque no paramétrico, hemos encontrado que todas las series de indicadores analizadas presentaban estacionalidad, y la mayoría de ellas tendencia.

Seguidamente, en el enfoque no paramétrico, procedemos a la Identificación, Estimación, Diagnóstico y Predicción de todos nuestros indicadores, utilizando la metodología Box y Jenkins (1976)

Tras identificar nuestros modelos ARIMA, observamos que la mayoría de ellos tienen regresores regulares y estacionales. Se estiman los modelos identificados utilizando técnicas estándar de máxima verosimilitud.

Pasamos al diagnóstico utilizando para ello el test de Anderson y el análisis de los residuos y comprobamos que los modelos son adecuados para explicar los datos observados en las series, por lo que procedemos a predecir los valores de las series para el segundo semestre de 2018.

Las previsiones de los indicadores energéticos nos han servido para construir un modelo econométrico por MCO con el que predecir la Dependencia Energética Total para el segundo semestre de 2018.

Se ha estimado un primer modelo incluyendo todos los indicadores, pero observamos problemas de falta de significatividad de los indicadores (CIByR e IPCEN), y la existencia de una fuerte colinealidad generada, sobre todo, por las variables CIHID, CINUC y CIEyS. Estimamos un segundo modelo excluyendo estos indicadores.

Este segundo modelo presenta un R^2 de 0,988111 por lo que concluimos que el 98,81% del comportamiento de la DET es explicado por el modelo y, por tanto, nuestras predicciones son fiables.

Hemos encontrado que las predicciones obtenidas para los indicadores de producción de carbón, petróleo y gas señalan disminuciones sostenidas en el segundo semestre de 2018, entre el 5% y el 11%. En el caso de la producción de renovables y nuclear se observa un ligero aumento, siendo el más significativo el de la oferta de energía eólica y solar, con un 3,4% de variación al alza. En el caso de los indicadores de demanda, se espera poca variación en la mayoría de los indicadores, a excepción de la energía eólica y solar (CIEyS) y el carbón (CIBRB) que sufrirán un aumento del 9% y el 10% aproximadamente, lo que apunta a un decaimiento de la oferta, y un ligero aumento de la demanda.

Si analizamos la tasa de variación interanual de la DET, observamos que, en 2018, aunque tiene caídas y subidas, es mayoritariamente positiva. La tasa de variación interanual centrada está en un 1,13% en 2018. Si nos fijamos en la tasa de variación media para el segundo semestre de 2018 con respecto al segundo semestre de 2017, es de 0,042%, aunque está muy próxima a 0% sigue siendo positiva.

En este contexto, la evolución prevista de la tasa de dependencia energética es ligeramente expansiva.

5. BIBLIOGRAFÍA:

Referencias

- CESCE. *Informe sectorial de la economía española 2017*. Madrid, España. (Fecha de Consulta 14 de febrero de 2018 desde <http://www.saladeprensacesce.com/informe-sectorial/>)
- CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA. *Publicaciones*, Madrid, España, (Fecha de consulta 10 de febrero de 2018, desde https://www.enerclub.es/frontBookAction/Biblioteca_/Publicaciones_Enerclub/Libros_y_articulos/Asuntos_relevantes_de_la_energia_en_Espana_estudio)
- CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA. *Publicaciones*, Madrid, España, (Fecha de consulta 14 de febrero de 2018, desde http://www.enerclub.es/frontBookAction/Biblioteca_/Publicaciones_Enerclub/Libros_y_articulos/La_energia_hoy_en_Espana)
- CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA. *Publicaciones*, Madrid, España, (Fecha de consulta 6 de febrero de 2018, desde https://www.enerclub.es/frontBookAction/Biblioteca_/Publicaciones_Enerclub/Libros_y_articulos/El_Sector_Energetico_Espanol_y_su_aportacion_a_la_)
- Costa Compi, M.T (2016) "*Evolución del sector eléctrico español (1975-2015)*", Revista de Economía, Información Comercial Española (ICE), 889-890:139-156. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Gobierno de España, Madrid. (Fecha de consulta 29 de enero de 2018 desde <http://www.revistasice.com/es-ES/ICE/Paginas/resultadobusqueda.aspx?ini=&tit=&fin=&aut=COSTA%20CAMPI&pal=&ord=1>)
- Cuerdo Mir, Miguel. "Evaluación de los Planes Energéticos Nacionales en España (1975-1998)." *Revista de Historia Industrial* [en línea], 1999, Núm. 15 , p. 161-178. (Fecha de consulta 19 de junio de 2018 desde <https://www.raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/view/63326/84964>)
- FUNDACIÓN ENCUENTRO. *Informe España 2015*. Madrid, España (Fecha de Consulta 10 de febrero de 2018 desde http://www.informe-espana.es/wp-content/uploads/2016/12/Informe_Espana_2015.pdf)

- Gallego Cabezón, I. (2015) Conferencia “Energía en España ¿Crisis entre economía y medio ambiente” (Fecha de consulta 08 de abril de 2018 desde <https://www.sne.es/es/agenda/actividades-organizadas-por-la-sne/jueves-nucleares/jueves-nuclear-conferencia-energia-en-espana-crisis-entre-economia-y-medio-ambiente>)
- IDAE (2018) *Estudios, informes y estadísticas. Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía* Madrid, España (Fecha de consulta 12 de febrero de 2018, desde <http://www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas-0>)
- Linares, P., Carlos Romero, J., López-Otero, X. (2017) Informe “Pobreza Energética en España y Posibles Soluciones”, ECONOMICS FOR ENERGY. Vigo, España (Fecha de consulta 07 de marzo de 2018 desde <https://eforenergy.org/publicaciones.php?cat=1>)
- MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD. *Base de Datos.* Madrid, España (Fecha de consulta 14 de noviembre de 2017 desde http://serviciosede.mineco.gob.es/indeco/BDSICE/Busquedas/busquedas_new.aspx)
- MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. *Energía.* Madrid, España (Fecha de consulta 19 de febrero de 2018, desde <http://www.mincotur.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/energia-espana-2016.pdf>)
- MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. *Energía.* Madrid, España (Fecha de consulta 20 de enero de 2018, desde <http://www.mincotur.gob.es/energia/es-ES/Paginas/index.aspx>)
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA. *Estadísticas.* Madrid, España (Fecha de consulta 11 de enero de 2018, desde <http://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/series-estadisticas/series-estadisticas-nacionales>)

Páginas web:

ACA - Asociación de Ciencias Ambientales (2018) <https://www.cienciasambientales.org.es/index.php/nuestra-labor/areas-tematicas/transicion-energetica>

AEEE (2018) Asociación Española para la Economía Energética.
<http://www.aeee.es/enlaces/#tab-1-1>

AIE (2018) https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyEfficiencyVespagnol_epdf.pdf

CIEMAT (2018) <http://www.ciemat.es/portal.do?IDM=442&NM=3>

CNMC (2018) <https://www.cnmc.es/expedientes/isde00717>

DELOITTE (2018) https://www2.deloitte.com/es/es/industries/energia-recursos-industria.html?icid=top_energia-recursos-industria

DIALNET (2018) <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5962532>

ENERCLUB (2018) http://www.enerclub.es/Biblioteca_/Biblioteca_de_la_energia/

ENERGÍA SIN FRONTERAS (2018) <http://www.energiasinfronteras.org/images/ArchivosPDF/EstrategiaEsfEspa%C3%B1aPresentacion20170518.pdf>

EUROSTAT (2018) <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7905983/8-14032017-BP-EN.pdf>

EUROSTAT (2018) http://ec.europa.eu/eurostat/news/news-releases?p_p_id=101_INSTANCE_jtJORfNw4amk&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_101_INSTANCE_jtJORfNw4amk_delta=20&_101_INSTANCE_jtJORfNw4amk_keywords=&_101_INSTANCE_jtJORfNw4amk_advancedSearch=false&_101_INSTANCE_jtJORfNw4amk_andOperator=true&p_r_p_564233524_resetCur=false&_101_INSTANCE_jtJORfNw4amk_cur=10

EUROSTAT (2018) <http://ec.europa.eu/eurostat/web/energy/overview>

EUSTAT (2018) http://www.eustat.eus/documentos/datos/PI_metod/IE_Ecoeuskadi2020_05_1_c.asp

FORO NUCLEAR (2018) <http://www.foronuclear.org/es/energia/2016>

FORO NUCLEAR (2018) <https://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia>

FORO NUCLEAR (2018) <https://www.foronuclear.org/es/publicaciones-y-documentacion/publicaciones/periodicas%20/123136-energia-2017>

IES NUÑEZ ARCE (2018) <http://geohistoriaacm.blogspot.com/p/2-bachillerato.html>

INE (2018) http://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2017/index.html#39/z

MINETAD (2018) <http://www.minetad.gob.es/energia/es-ES/Paginas/index.aspx>

MINETUR (2018) <http://www.mincotur.gob.es/es-ES/IndicadoresyEstadisticas/Paginas/Estadisticas.aspx>

REE (2018) <http://www.ree.es/es/estadisticas-del-sistema-electrico-espanol/series-estadisticas/series-estadisticas-nacionales>

SEDIGAS (2018) https://www.sedigas.es/uploads/gasactual/archivos/44/doc/es/Gas_Actual_145.pdf

UAM (2018) Curso de predicción económica y empresarial. http://www.uam.es/docencia/predysim/predysim/principal_pred.htm

6. ANEXOS

En el ANEXO I se presenta una tabla de la evolución mensual del consumo de energía primaria en España durante el año 2016. IDAE (2017)

En el ANEXO II se muestra la estructura de generación eléctrica proveniente de fuentes renovables en 2016 y 2017.

En el ANEXO III se presentan los gráficos de las series originales, y series diferenciadas en su caso. A algunas series originales se les han añadido logaritmos.

En el ANEXO IV se presentan los correlogramas utilizados para determinar el modelo de cada serie.

En el ANEXO V se muestran los modelos ARIMA estimados.

En el ANEXO VI se incluyen los gráficos de las predicciones de cada serie, según el modelo ARIMA identificado.


En el ANEXO VII se presentan los modelos estimados por MCO.

En el ANEXO VIII se adjuntan los gráficos de la variable dependiente en función de las exógenas y la variable dependiente observada vs la estimada.


En el ANEXO IX se muestra el análisis de la varianza de los modelos MCO.

En el ANEXO X presentamos las previsiones de los modelos MCO así como la variación interanual estimada.


6.1. ANEXO I: Evolución mensual de consumos de energía primaria en España (2016)



GOBIERNO DE ESPAÑA



MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENCIA DIGITAL



IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

Edición 12/16. Julio 2017

SECRETARÍA GENERAL

Departamento de Planificación y Estudios

EVOLUCIÓN MENSUAL DE CONSUMOS DE ENERGÍA PRIMARIA EN ESPAÑA. AÑO 2016

Boletín Mensual. Avance provisional con fecha 10 de julio de 2017

Unidad de medida: ktep	ene.-16	feb.-16	mar.-16	abr.-16	may.-16	jun.-16	jul.-16	ago.-16	sep.-16	oct.-16	nov.-16	dic.-16	TOTAL	ESTRUCTURA	Δ 2016/15 ⁽¹⁾
Carbón	783	596	595	415	476	695	1.067	990	1.173	1.138	1.167	1.348	10.442	8,5%	-27,6%
Petróleo	4.273	4.338	4.570	4.327	4.328	4.488	4.739	4.772	4.532	4.565	4.683	5.018	54.633	44,2%	4,2%
Gas Natural	2.405	2.242	2.255	1.912	1.781	1.728	1.843	1.663	1.817	2.112	2.568	2.708	25.035	20,3%	1,8%
Nuclear	1.255	1.082	1.408	1.371	1.054	1.315	1.410	1.403	1.364	1.388	1.028	1.182	15.260	12,4%	2,2%
Energías Renovables	1.530	1.649	1.711	1.603	1.606	1.494	1.493	1.463	1.254	1.102	1.180	1.132	17.217	13,9%	-0,2%
Hidráulica	285	348	376	459	443	259	198	179	146	143	131	161	3.129	2,5%	30,6%
Eólica	496	539	480	392	347	289	311	322	239	211	344	237	4.207	3,4%	-0,9%
Biomasa	556	526	481	369	375	354	378	369	389	422	463	505	5.188	4,2%	-8,2%
Biomasa Térmica ⁽²⁾	463	434	388	294	284	260	269	256	280	320	360	402	4.011	3,2%	18,4%
Biomasa Eléctrica	92	92	93	75	90	94	109	113	109	102	103	103	1.177	1,0%	-48,0%
Biogás	20	18	19	18	19	19	19	19	19	20	20	20	231	0,2%	-47,6%
Biogás Térmico ⁽²⁾	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	38	0,03%	67,1%
Biogás Eléctrico	16	15	16	15	16	16	16	16	16	17	16	17	193	0,2%	-53,9%
RSU	20	17	20	16	18	22	23	22	22	22	20	21	243	0,2%	-6,7%
Biocarburantes	79	82	81	83	88	85	89	90	87	87	86	87	1.023	0,8%	0,4%
Geotérmica	2	2	2	2	1	1	2	1	1	2	2	2	19	0,02%	-1,7%
Solar	73	116	252	264	315	464	474	461	351	195	114	98	3.177	2,6%	-1,1%
Fotovoltaica	32	42	62	63	70	80	80	78	67	51	37	33	694	0,6%	-1,6%
Termoeléctrica	26	57	168	176	215	352	357	348	257	123	60	51	2.190	1,77%	-1,8%
Térmica	15	17	23	25	29	33	37	35	27	21	17	15	293,4	0,2%	5,8%
Residuos no Renovables	20	17	20	16	18	22	23	22	22	22	20	21	243	0,2%	-6,7%
Saldo Eléctrico	73	83	15	-9	66	93	79	89	97	-37	31	81	659	0,5%	-5068,5%
CONSUMO E. PRIMARIA 2016	10.339	10.008	10.575	9.634	9.328	9.834	10.653	10.401	10.260	10.289	10.677	11.490	123.489	100%	-0,3%

⁽¹⁾ Variación respecto al mismo periodo acumulado del año anterior.

⁽²⁾ Los consumos de biomasa y biogás térmicos incluyen también los consumos imputables a las producciones de calor en las centrales de cogeneración.

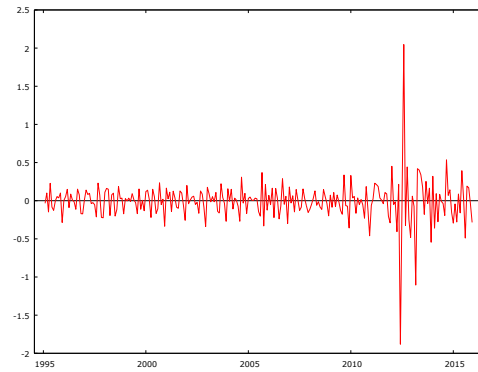
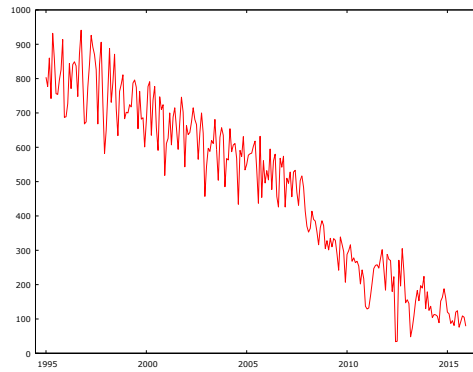
Fuente: IDAE (Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía), a partir de datos de MINETAD, CORES, ENAGAS, REE, CNMC.

6.2. ANEXO II: Estructura generación eléctrica por renovables en 2016 - 2017

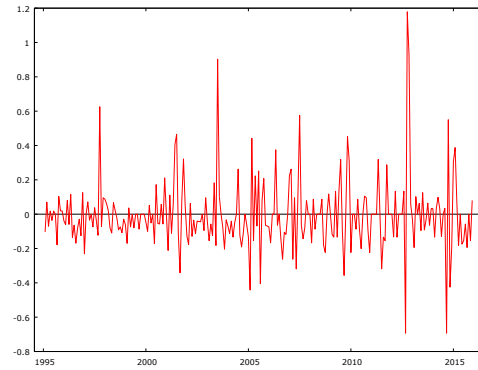
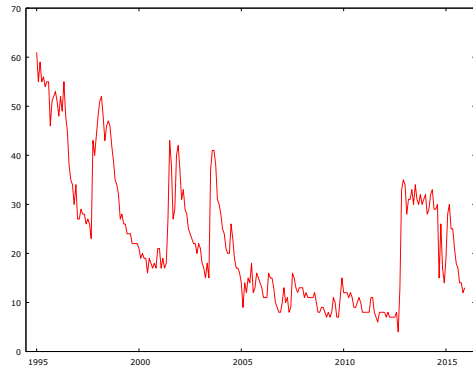
ESTRUCTURA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA RENOVABLES						
Periodo	Hidráulica	Eólica	Solar fotovoltaica	Solar térmica	Térmica renovable /Otras renovables	TOTAL
ene-16	14,8%	25,50%	1,70%	0,30%	1,20%	43,50%
feb-16	18,8%	28,80%	2,30%	0,60%	1,20%	51,70%
mar-16	19,0%	24,00%	3,10%	1,70%	1,10%	48,90%
abr-16	24,6%	20,80%	3,40%	1,90%	1,00%	51,70%
may-16	24,9%	19,40%	4,00%	2,50%	1,40%	52,20%
jun-16	14,4%	16,00%	4,50%	4,00%	1,40%	40,30%
jul-16	9,9%	15,40%	4,00%	3,60%	1,40%	34,30%
ago-16	9,3%	16,60%	4,10%	3,70%	1,50%	35,20%
sep-16	7,9%	12,90%	3,60%	2,80%	1,50%	28,70%
oct-16	7,6%	11,00%	2,70%	1,30%	1,40%	24,00%
nov-16	7,0%	18,10%	2,00%	0,60%	1,40%	29,10%
dic-16	8,6%	12,40%	1,70%	0,50%	1,40%	24,60%
					Media 2016	38,68%
ene-17	8,1%	19,20%	1,90%	0,60%	1,30%	31,1%
feb-17	8,9%	23,90%	2,20%	0,40%	1,40%	36,8%
mar-17	12,9%	22,50%	3,40%	1,60%	1,30%	41,7%
abr-17	8,8%	22,00%	4,40%	2,80%	1,20%	39,2%
may-17	9,6%	17,20%	4,30%	3,00%	1,50%	35,6%
jun-17	7,3%	14,50%	4,00%	3,50%	1,40%	30,7%
jul-17	5,2%	14,90%	4,00%	3,60%	1,50%	29,2%
ago-17	4,9%	15,50%	3,80%	3,20%	1,50%	28,9%
sep-17	5,9%	14,20%	3,80%	3,00%	1,50%	28,4%
oct-17	3,8%	15,00%	3,20%	1,90%	1,50%	25,4%
nov-17	3,9%	17,60%	2,40%	1,00%	1,40%	26,3%
dic-17	4,8%	24,10%	1,70%	0,60%	1,30%	32,5%
					Media 2017	32,15%

6.3. ANEXO III: Gráficos de los indicadores analizados.

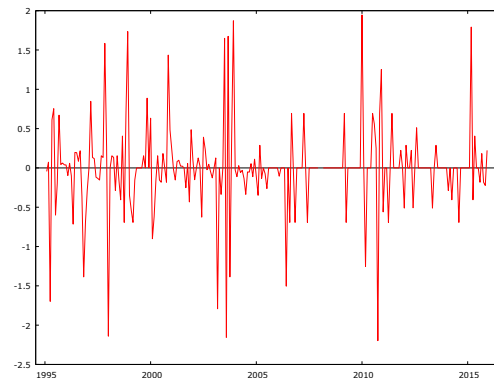
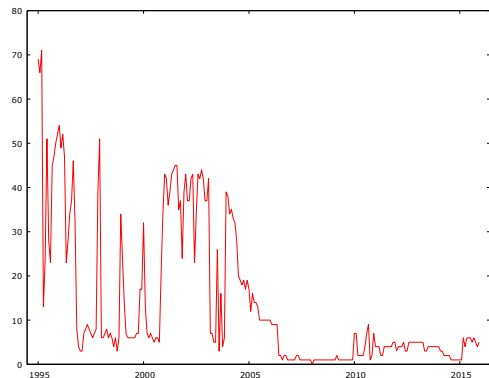
Serie PICRB (Producción Interior de Carbón)



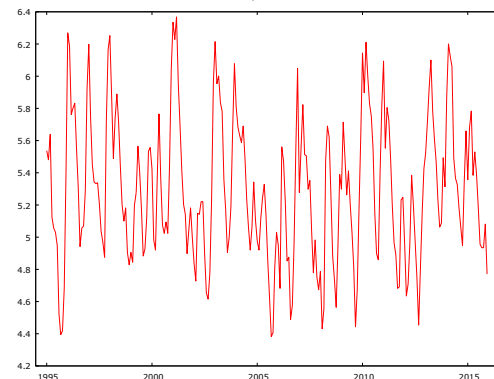
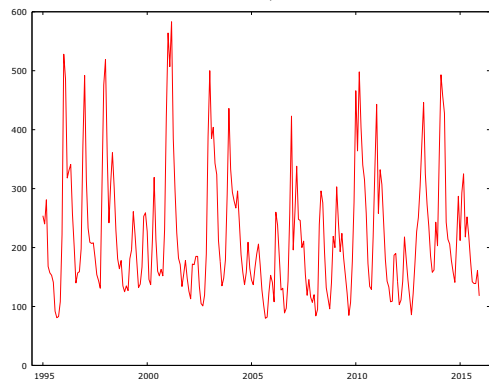
Serie PIPET (Producción Interior de Petróleo)



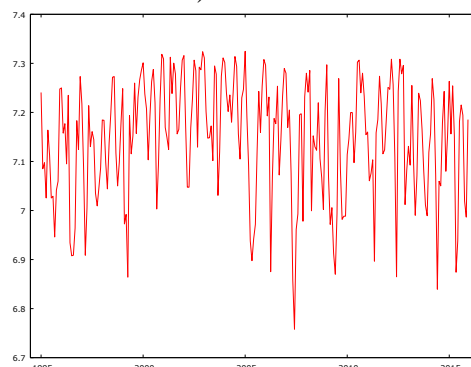
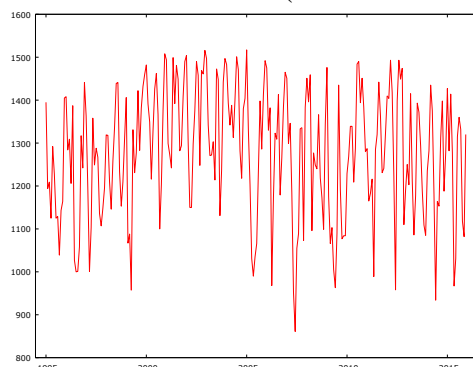
Serie PIGAS (Producción Interior de Gas)



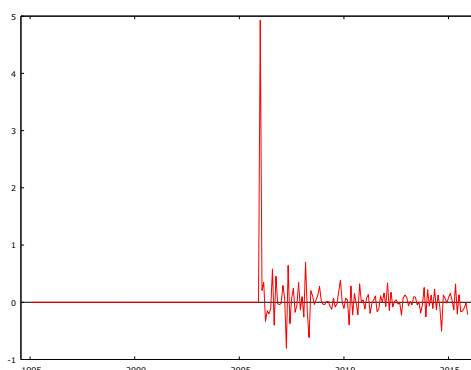
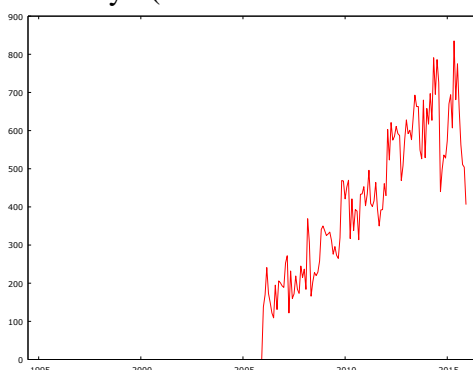
Serie PIHID=CIHID (Producción=Consumo / Interior de Hidráulica)



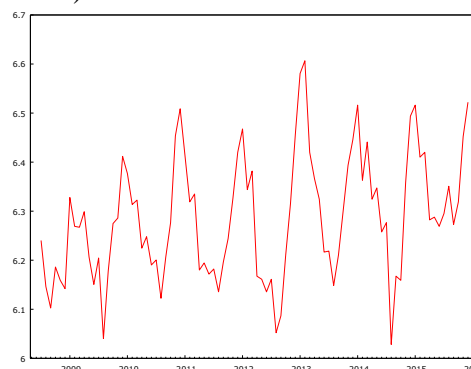
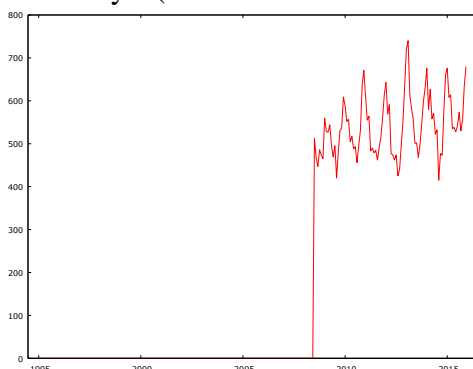
Serie PINUC=CINUC (Producción=Consumo / Interior Nuclear)



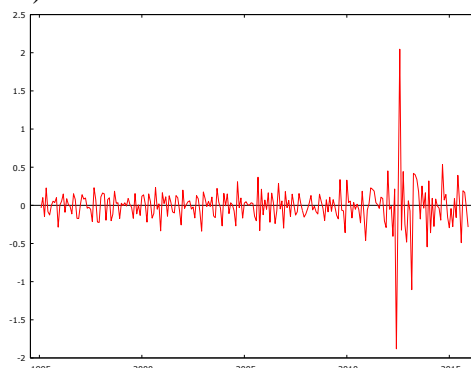
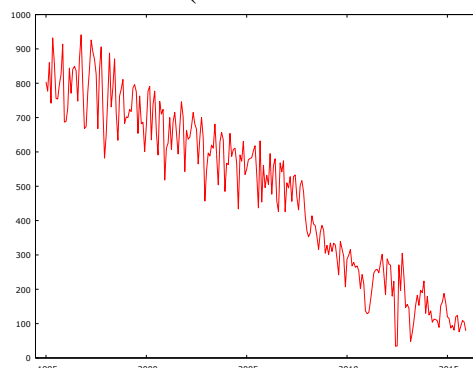
Serie PIEyS (Producción Interior Eólica y Solar)



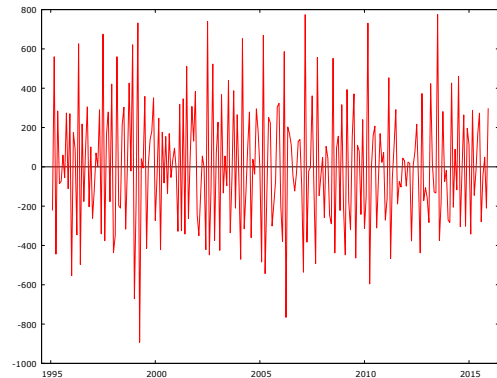
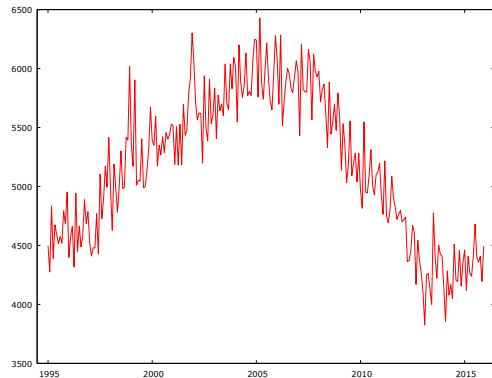
Serie PIByR (Producción Interior Biomasa y Residuos)



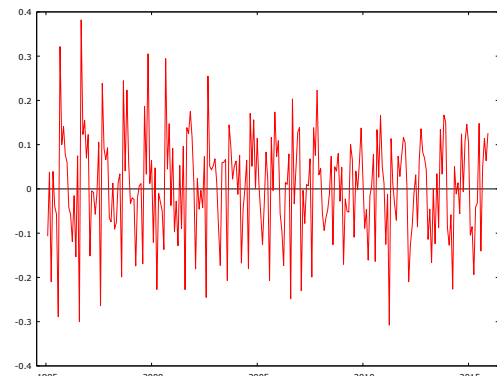
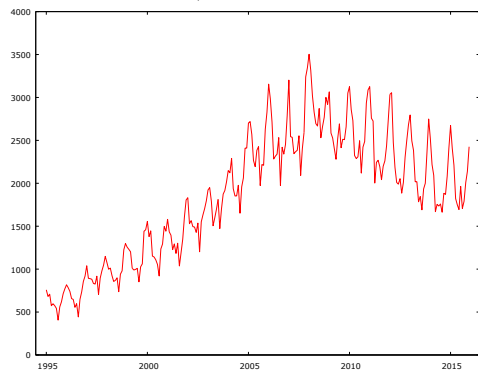
Serie CIBCRB (Consumo Interior Bruto de Carbón)



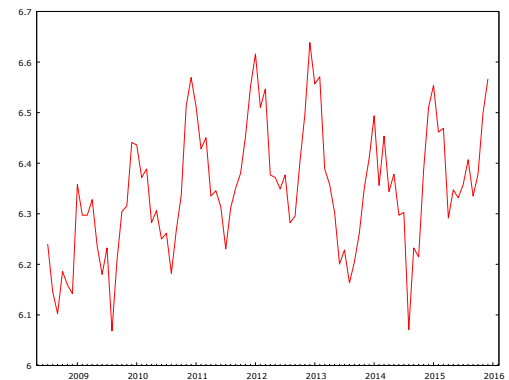
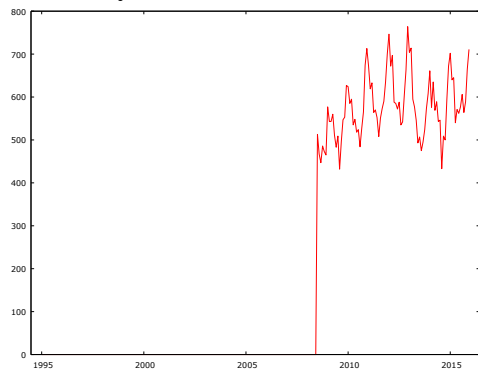
Serie CIBPET (Consumo Interior Bruto de Petróleo)



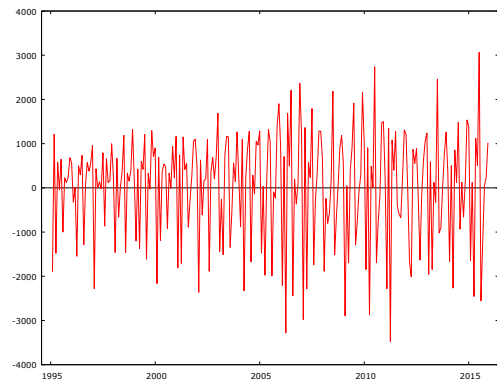
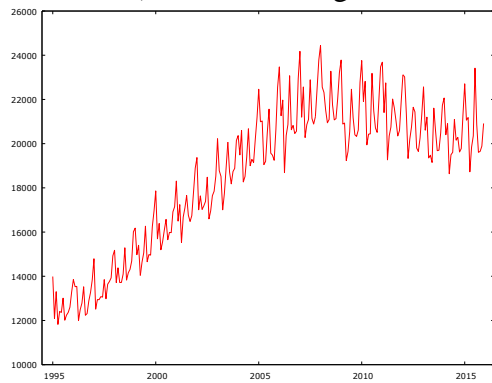
Serie CIBGAS (Consumo Interior Bruto de Gas)



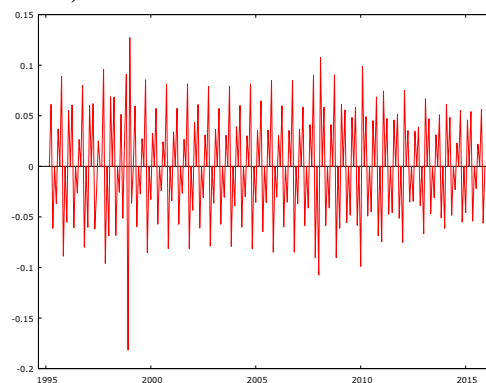
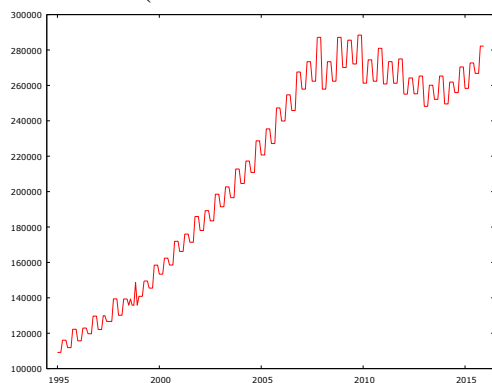
Serie CIByR (Consumo Interior Biomasa y Residuos)



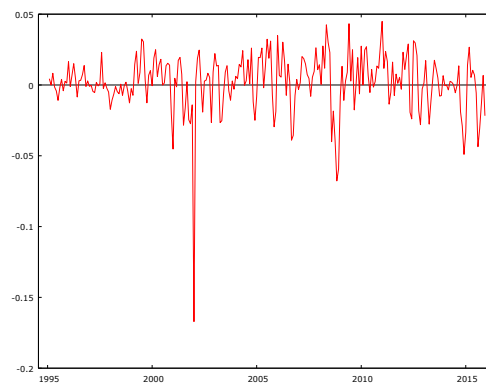
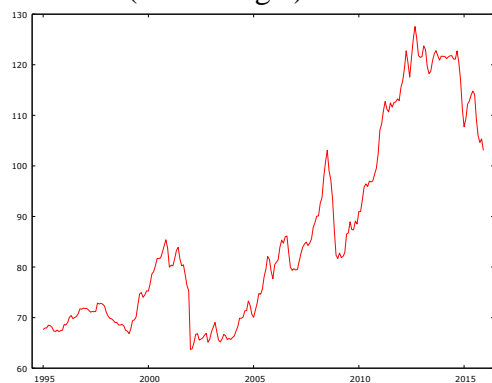
Serie CEE (Consumo Energía Eléctrica)



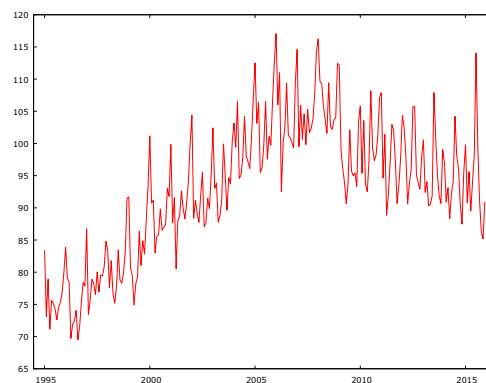
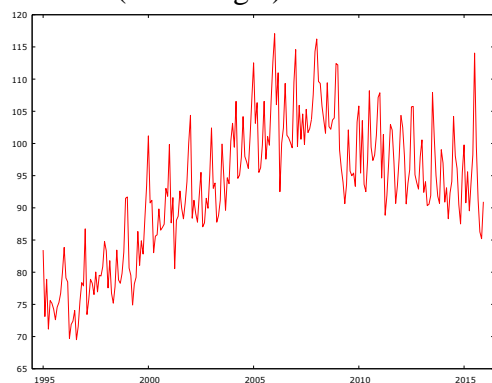
Serie PIBPrM (Producto Int. Bruto a Precios de Mercado)



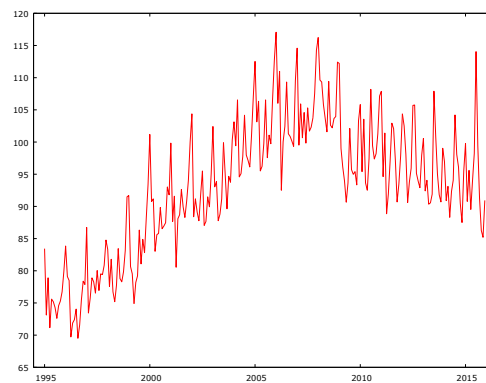
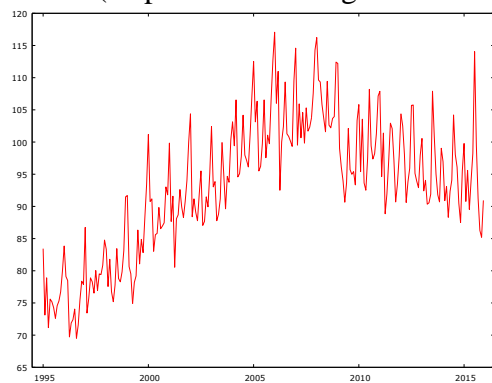
Serie IPCEN (IPC Energía)



Serie IPIEN (IPI Energía)

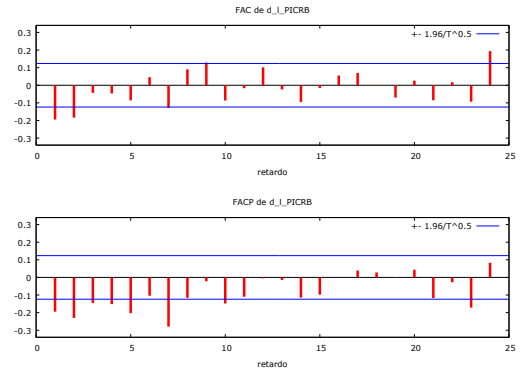
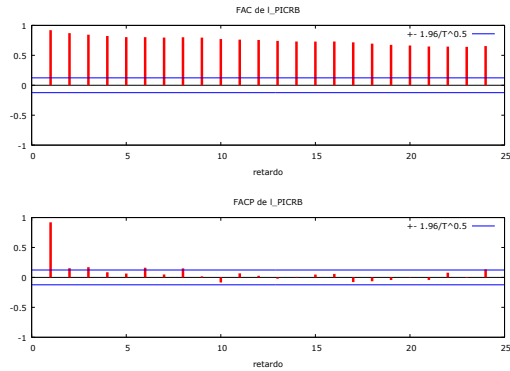


Serie DET (Dependencia Energética Total)

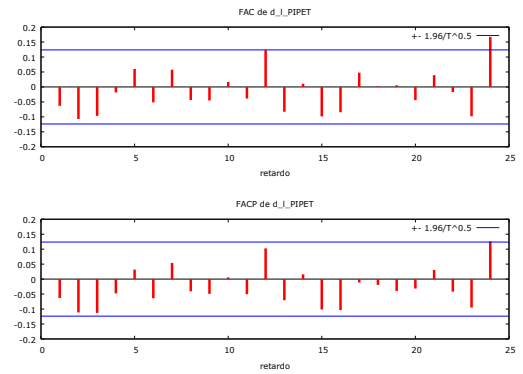
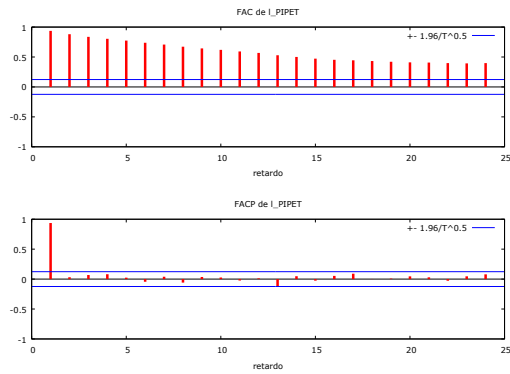


6.4. ANEXO IV. Correlogramas

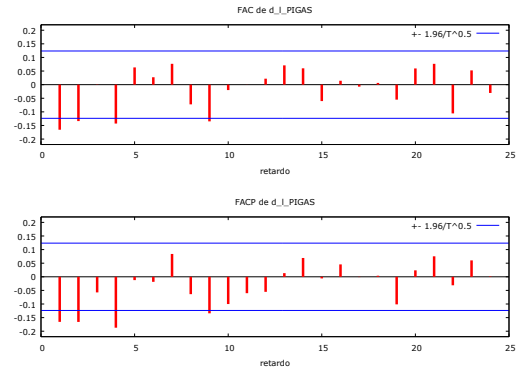
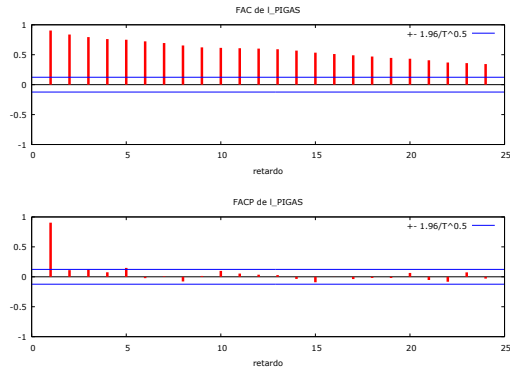
Serie PICRB (Producción Interior de Carbón)



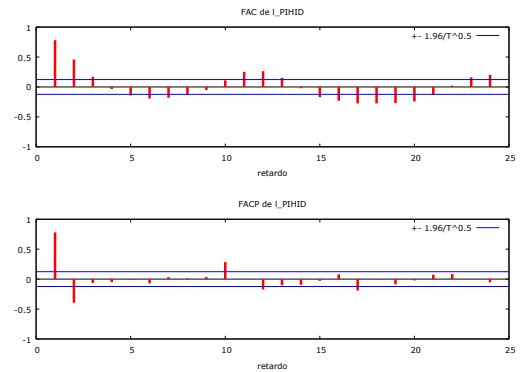
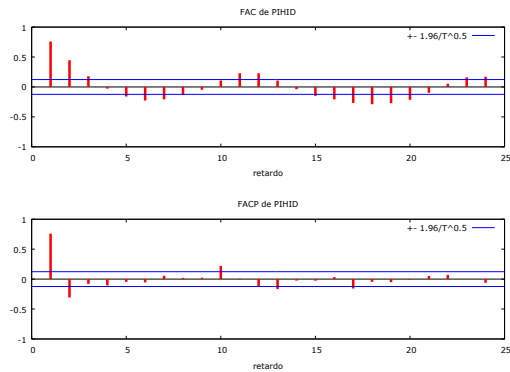
Serie PIPET (Producción Interior de Petróleo)



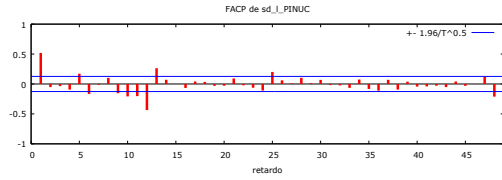
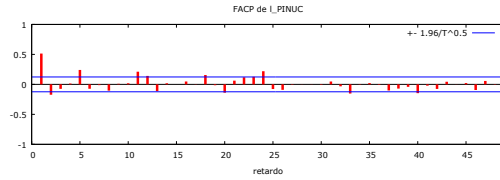
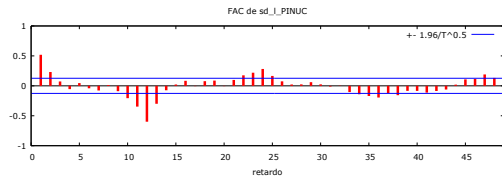
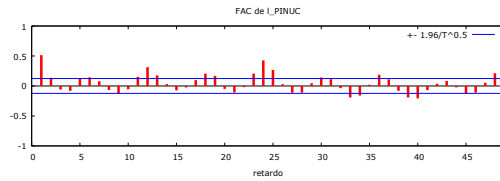
Serie PIGAS (Producción Interior de Gas)



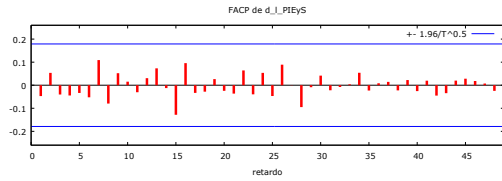
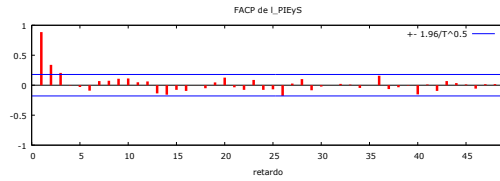
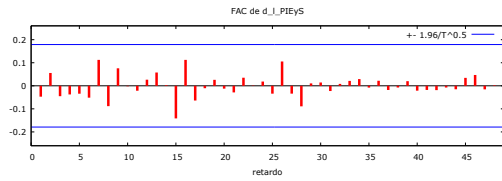
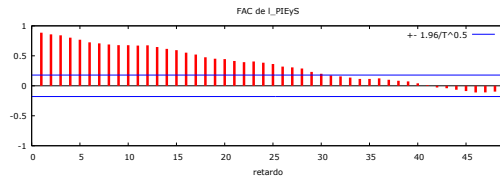
Serie PIHID=CIHID (Producción=Consumo / Interior de Hidráulica)



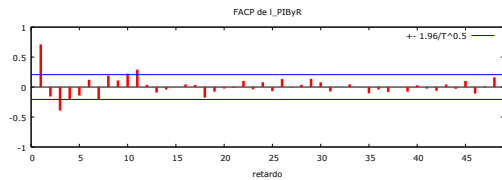
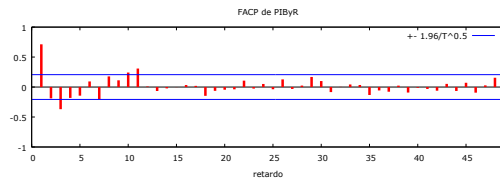
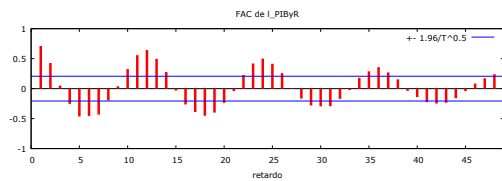
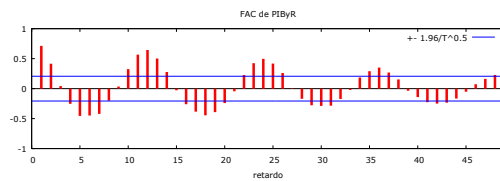
Serie PINUC= CINUC (Producción=Consumo / Interior Nuclear)



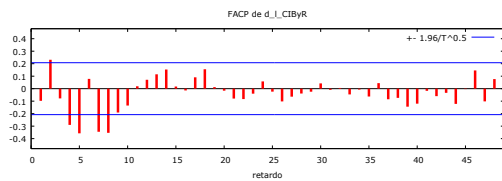
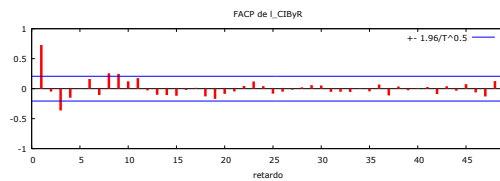
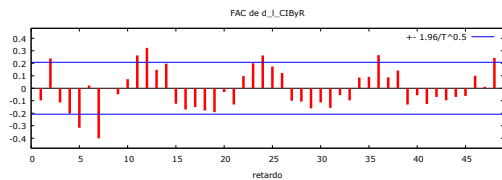
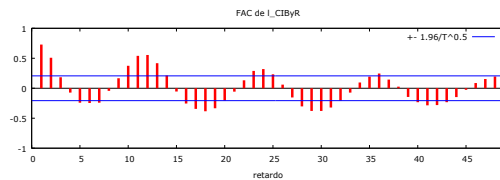
Serie PIEyS (Producción Interior Eólica y Solar)



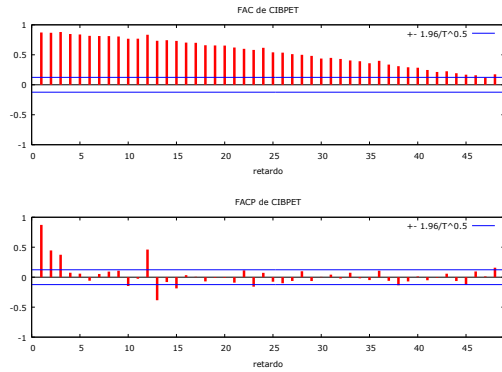
Serie PIByR (Producción Interior Biomasa y Residuos)



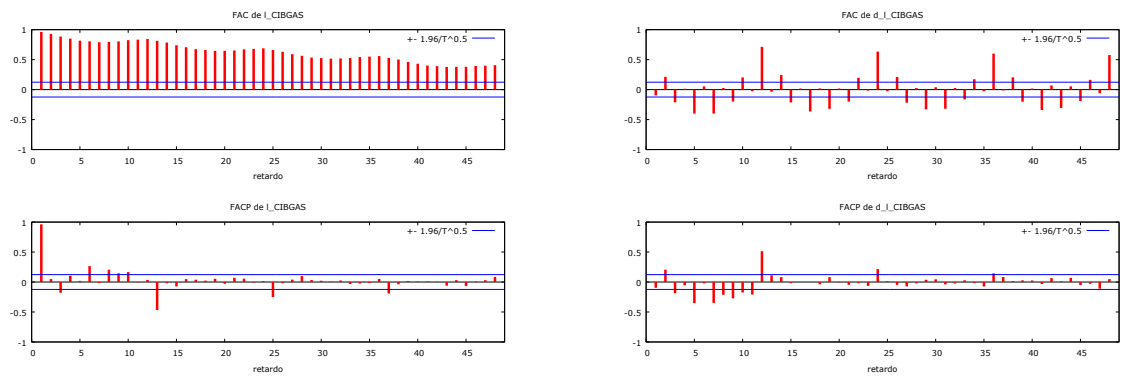
Serie CIBCRB (Consumo Interior Bruto de Carbón)



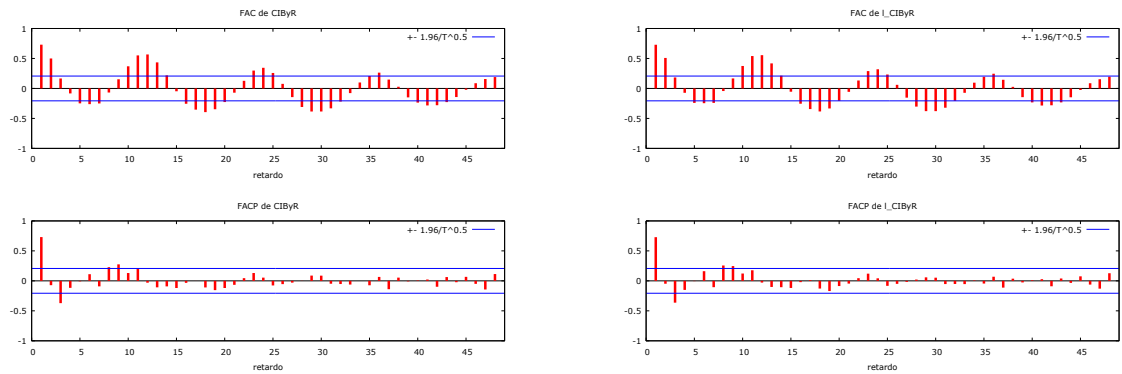
Serie CIBPET (Consumo Interior Bruto de Petróleo)



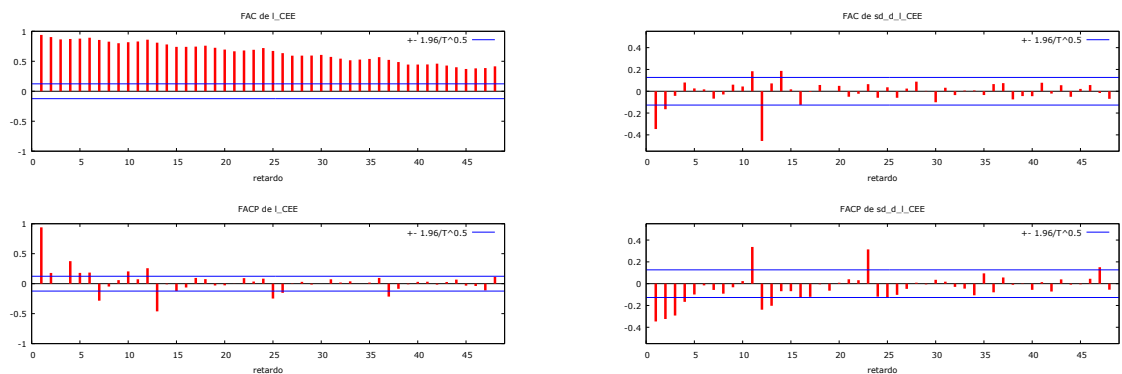
Serie CIBGAS (Consumo Interior Bruto de Gas)



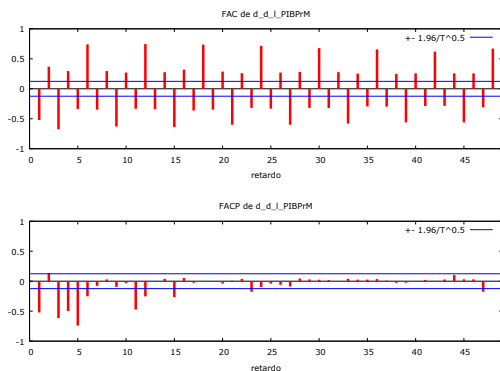
Serie CIByR (Consumo Interior Biomasa y Residuos)



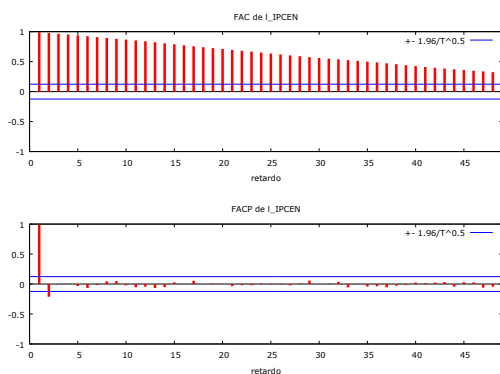
Serie CEE (Consumo Energía Eléctrica)



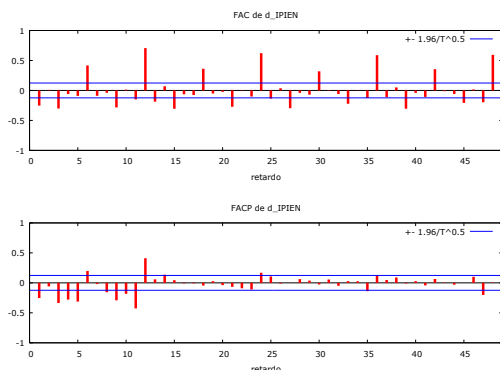
Serie PIBPrM (Producto Int. Bruto a Precios de Mercado)



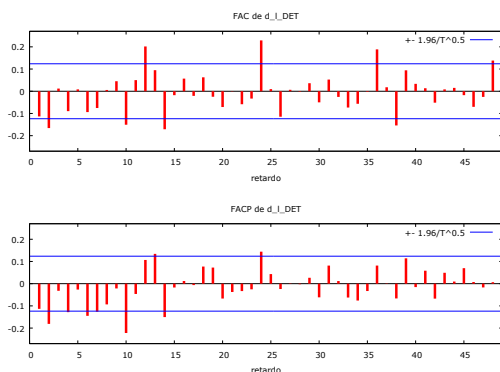
Serie IPCEN (IPC Energía)



Serie IPIEN (IPI Energía)



Serie DET (Dependencia Energética Total)



6.5. ANEXO V: Modelos ARIMA

Serie PICRB

Evaluaciones de la función: 88
Evaluaciones del gradiente: 19

ARIMA(111):
ARIMA, usando las observaciones 1995:02-2015:12 (T = 251)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L) 1_PICRB
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	-0.00864021	0.00204224	-4.231	2.33e-05 ***
phi_1	0.438697	0.0630634	6.956	3.49e-012 ***
theta_1	-0.923221	0.0207377	-44.52	0.0000 ***

Media de la vble. dep. -0.009244 D.T. de la vble. dep. 0.256999
media innovaciones 0.001692 D.T. innovaciones 0.225688
Log-verosimilitud 16.94116 Criterio de Akaike -25.88233
Criterio de Schwarz -11.78052 Crit. de Hannan-Quinn -20.20741

Serie PIPET

Evaluaciones de la función: 66
Evaluaciones del gradiente: 18

ARIMA(111):
ARIMA, usando las observaciones 1995:02-2015:12 (T = 251)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L) 1_PIPET
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	-0.00471328	0.00456004	-1.034	0.3013
phi_1	0.864503	0.0927891	9.317	1.20e-020 ***
theta_1	-0.953799	0.0611939	-15.59	8.99e-055 ***

Media de la vble. dep. -0.006159 D.T. de la vble. dep. 0.202751
media innovaciones -0.001536 D.T. innovaciones 0.199182
Log-verosimilitud 48.69366 Criterio de Akaike -89.38731
Criterio de Schwarz -75.28550 Crit. de Hannan-Quinn -83.71239

Serie PIGAS

Evaluaciones de la función: 44
Evaluaciones del gradiente: 15

ARIMA(111):
ARIMA, usando las observaciones 1995:02-2015:12 (T = 251)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L) 1_PIGAS
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	-0.00984784	0.0142269	-0.6922	0.4888
phi_1	0.580935	0.113801	5.105	3.31e-07 ***
theta_1	-0.819565	0.0807566	-10.15	3.36e-024 ***

Media de la vble. dep. -0.010457 D.T. de la vble. dep. 0.539790
media innovaciones -0.002052 D.T. innovaciones 0.516819
Log-verosimilitud -150.5941 Criterio de Akaike 389.1881
Criterio de Schwarz 403.2899 Crit. de Hannan-Quinn 394.0630

Serie PIHID-CIHID

Evaluaciones de la función: 126
Evaluaciones del gradiente: 37

ARIMA(101)(101):
ARIMA, usando las observaciones 1995:01-2015:12 (T = 252)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: 1_PIHID
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	5.28886	0.154998	34.12	3.46e-255 ***
phi_1	0.655973	0.0611323	10.73	7.33e-027 ***
Phi_1	0.996869	0.0140242	71.08	0.0000 ***
theta_1	0.328480	0.0805969	4.076	4.59e-05 ***
Theta_1	-0.954240	0.102695	-9.292	1.51e-020 ***

Media de la vble. dep. 5.294847 D.T. de la vble. dep. 0.447297
media innovaciones -0.002764 D.T. innovaciones 0.228232
Log-verosimilitud 6.193711 Criterio de Akaike -0.387423
Criterio de Schwarz 20.78915 Crit. de Hannan-Quinn 8.133592

Serie PINUC=CINUC

Evaluaciones de la función: 35
Evaluaciones del gradiente: 7

ARIMA(100)(210):
ARIMA, usando las observaciones 1996:01-2015:12 (T = 240)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-Ls) 1_PINUC
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	0.00159362	0.00673448	0.2366	0.8129
phi_1	0.517782	0.0556512	9.304	1.35e-020 ***
Phi_1	-0.703790	0.0635074	-11.08	1.53e-028 ***
Phi_2	-0.183324	0.0659880	-2.778	0.0055 ***

Media de la vble. dep. 0.001440 D.T. de la vble. dep. 0.138532
media innovaciones 0.000198 D.T. innovaciones 0.092641
Log-verosimilitud 227.2347 Criterio de Akaike -444.4694
Criterio de Schwarz -427.0662 Crit. de Hannan-Quinn -437.4572

Serie PIEyS

Evaluaciones de la función: 25
Evaluaciones del gradiente: 7

ARIMA(110)(100):
ARIMA, usando las observaciones 2006:02-2015:12 (T = 119)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L) 1_PIEyS
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	0.00889483	0.0162898	0.5460	0.5850
phi_1	-0.454660	0.0825609	-5.507	3.65e-08 ***
Phi_1	0.281675	0.0956036	2.946	0.0032 ***

Media de la vble. dep. 0.009068 D.T. de la vble. dep. 0.220836
media innovaciones -0.000038 D.T. innovaciones 0.192411
Log-verosimilitud 26.66099 Criterio de Akaike -45.32198
Criterio de Schwarz -34.20549 Crit. de Hannan-Quinn -40.80792

Serie PIByR

Evaluaciones de la función: 87
Evaluaciones del gradiente: 24

ARIMA(100)(101):
ARIMA, usando las observaciones 2008:07-2015:12 (T = 90)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: 1_PIByR
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	6.29114	0.0560186	112.3	0.0000 ***
phi_1	0.670020	0.0852984	7.855	4.00e-015 ***
Phi_1	0.977558	0.0521567	18.74	2.22e-078 ***
Theta_1	-0.798365	0.228030	-3.501	0.0005 ***

Media de la vble. dep. 6.286203 D.T. de la vble. dep. 0.126368
media innovaciones 0.007094 D.T. innovaciones 0.065354
Log-verosimilitud 111.0701 Criterio de Akaike -212.1402
Criterio de Schwarz -199.6412 Crit. de Hannan-Quinn -207.0999

Serie CIBCRB

Evaluaciones de la función: 44
Evaluaciones del gradiente: 14

ARIMA(211)(210):
ARIMA, usando las observaciones 1996:02-2015:12 (T = 239)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L)(1-Ls) 1_CIBCRB
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	0.000823580	0.00342623	0.2404	0.8100
phi_1	0.477538	0.100039	4.773	1.81e-06 ***
phi_2	-0.253314	0.0700770	-3.615	0.0003 ***
Phi_1	-0.636500	0.0617496	-10.31	6.49e-025 ***
Phi_2	-0.383720	0.0613030	-6.259	3.86e-010 ***
theta_1	-0.681424	0.0906082	-7.521	5.45e-014 ***

Media de la vble. dep. 0.003141 D.T. de la vble. dep. 0.335238
media innovaciones 0.004768 D.T. innovaciones 0.248763
Log-verosimilitud -10.18395 Criterio de Akaike 34.36791
Criterio de Schwarz 58.70315 Crit. de Hannan-Quinn 44.17434

Serie CIBPET

Evaluaciones de la función: 70
Evaluaciones del gradiente: 29

ARIMA(211):
ARIMA, usando las observaciones 1995:02-2015:12 (T = 251)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L) CIBPET
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	-0.503109	5.23371	-0.09613	0.9234
phi_1	-0.428067	0.140144	-3.054	0.0023 ***
phi_2	-0.266094	0.101202	-2.629	0.0086 ***
theta_1	-0.382924	0.144719	-2.646	0.0081 ***

Media de la vble. dep. -0.007968 D.T. de la vble. dep. 309.0177
media innovaciones 0.254000 D.T. innovaciones 235.6912
Log-verosimilitud -1727.645 Criterio de Akaike 3465.290
Criterio de Schwarz 3482.917 Crit. de Hannan-Quinn 3472.383

Serie CIBGAS

ARIMA(111)(101)

Archivo Editar Contrastes Guardar Gráficos Análisis LaTeX

Evaluaciones de la función: 112
Evaluaciones del gradiente: 30

ARIMA(111)(101):
ARIMA, usando las observaciones 1995:02-2015:12 (T = 251)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L) 1_CIBGAS
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	0.00435473	0.0119865	0.3633	0.7164
phi_1	0.495623	0.102969	4.822	1.42e-06 ***
Phi_1	0.988650	0.00590434	167.4	0.0000 ***
theta_1	-0.808999	0.0695849	-11.63	3.04e-031 ***
Theta_1	-0.717070	0.0507046	-14.14	2.09e-045 ***

Media de la vble. dep. 0.004629 D.T. de la vble. dep. 0.117960
media innovaciones -0.006118 D.T. innovaciones 0.060443
Log-verosimilitud 395.7615 Criterio de Akaike -659.5229
Criterio de Schwarz -638.3702 Crit. de Hannan-Quinn -651.0105

Serie CIByR

Evaluaciones de la función: 32
Evaluaciones del gradiente: 12

ARIMA(200)(200):
ARIMA, usando las observaciones 2008:07-2015:12 (T = 90)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: 1_CIByR
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	6.34407	0.0734152	86.41	0.0000 ***
phi_1	0.498932	0.104906	4.655	3.24e-06 ***
phi_2	0.285159	0.106082	2.688	0.0072 ***
Phi_1	0.358401	0.108589	3.301	0.0010 ***
Phi_2	0.323120	0.124082	2.604	0.0092 ***

Media de la vble. dep. 6.348526 D.T. de la vble. dep. 0.126393
media innovaciones 0.004840 D.T. innovaciones 0.069958
Log-verosimilitud 107.9426 Criterio de Akaike -203.8852
Criterio de Schwarz -188.8863 Crit. de Hannan-Quinn -197.8368

Serie CEE

Evaluaciones de la función: 66
Evaluaciones del gradiente: 13

ARIMA(011)(011):
ARIMA, usando las observaciones 1996:02-2015:12 (T = 239)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L)(1-Ls) 1_CEE
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	-0.000283753	0.000130743	-2.170	0.0300 **
theta_1	-0.720621	0.0464113	-15.53	2.28e-054 ***
Theta_1	-0.780355	0.0436588	-17.87	1.88e-071 ***

Media de la vble. dep. -0.000038 D.T. de la vble. dep. 0.040136
media innovaciones 0.001280 D.T. innovaciones 0.025897
Log-verosimilitud 528.0764 Criterio de Akaike -1048.153
Criterio de Schwarz -1034.247 Crit. de Hannan-Quinn -1042.549

Serie PIBPrM

Evaluaciones de la función: 88
Evaluaciones del gradiente: 19

ARIMA(022)(011):
ARIMA, usando las observaciones 1996:03-2015:12 (T = 238)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L)^2(1-Ls) 1_PIBPrM
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	1.50740e-06	8.86333e-06	0.1701	0.8650
theta_1	-1.47056	0.0562320	-26.15	9.43e-151 ***
theta_2	0.506923	0.0550427	9.210	3.27e-020 ***
Theta_1	-0.787323	0.0634769	-12.40	2.51e-035 ***

Media de la vble. dep. 0.000000 D.T. de la vble. dep. 0.033251
media innovaciones -0.000119 D.T. innovaciones 0.012817
Log-verosimilitud 691.2917 Criterio de Akaike -1372.583
Criterio de Schwarz -1355.222 Crit. de Hannan-Quinn -1365.587

Serie IPCEN

Evaluaciones de la función: 28
Evaluaciones del gradiente: 4

ARIMA(110):
ARIMA, usando las observaciones 1995:02-2015:12 (T = 251)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L) 1_IPCEN
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	0.00163556	0.00184967	0.8842	0.3766
phi_1	0.342611	0.0592942	5.778	7.55e-09 ***

Media de la vble. dep. 0.001678 D.T. de la vble. dep. 0.020592
media innovaciones -3.81e-06 D.T. innovaciones 0.019304
Log-verosimilitud 634.5932 Criterio de Akaike -1263.186
Criterio de Schwarz -1252.610 Crit. de Hannan-Quinn -1258.930

Serie IPIEN

Evaluaciones de la función: 58
Evaluaciones del gradiente: 16

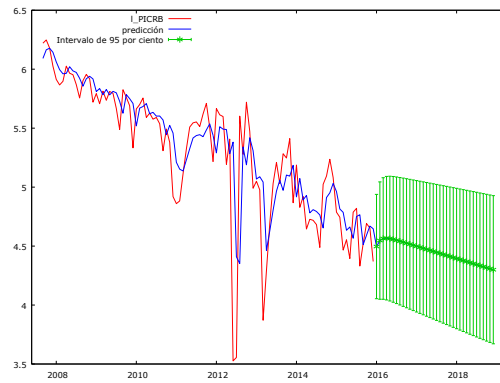
ARIMA(111)(011):
ARIMA, usando las observaciones 1996:02-2015:12 (T = 239)
Estimado usando el filtro de Kalman (MV exacta)
Variable dependiente: (1-L)(1-Ls) IPIEN
Desviaciones típicas basadas en el Hessiano

	Coefficiente	Desv. Típica	z	Valor p
const	-0.0186915	0.0170506	-1.096	0.2730
phi_1	0.444306	0.100805	4.408	1.05e-05 ***
theta_1	-0.865691	0.0625105	-13.85	1.29e-043 ***
Theta_1	-0.707926	0.0569817	-12.42	1.94e-035 ***

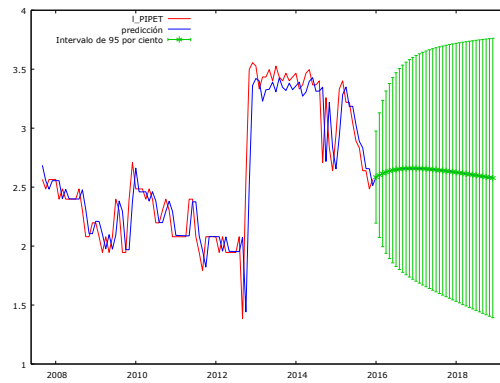
Media de la vble. dep. -0.020884 D.T. de la vble. dep. 4.149657
media innovaciones 0.073877 D.T. innovaciones 3.129468
Log-verosimilitud -616.4158 Criterio de Akaike 1242.832
Criterio de Schwarz 1260.214 Crit. de Hannan-Quinn 1249.836

6.6. ANEXO VI: Predicciones ARIMA

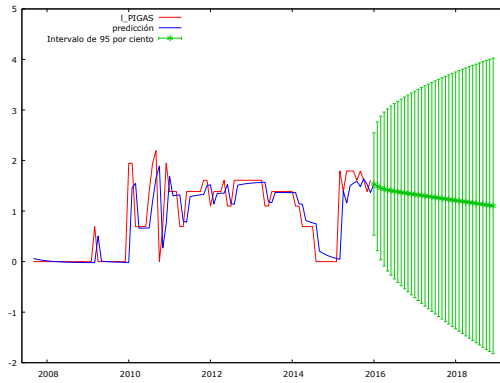
Serie PICRB



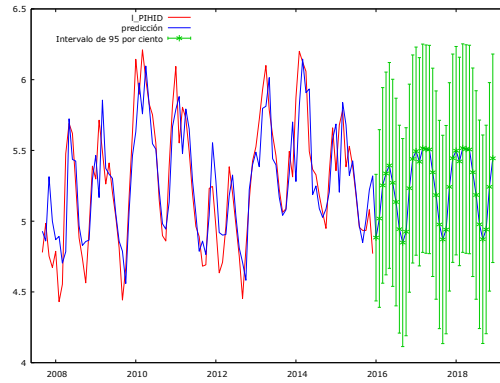
Serie PIPET



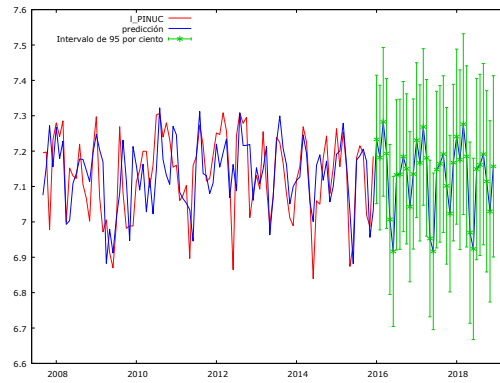
Serie PIGAS



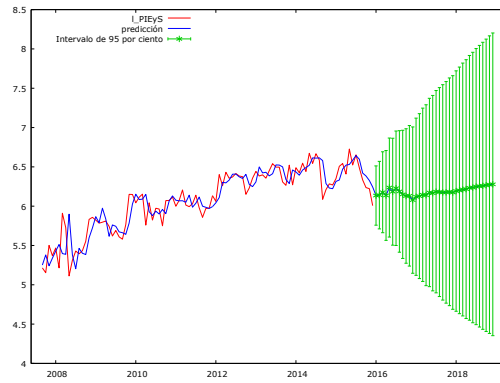
Serie PIHID-CIHID



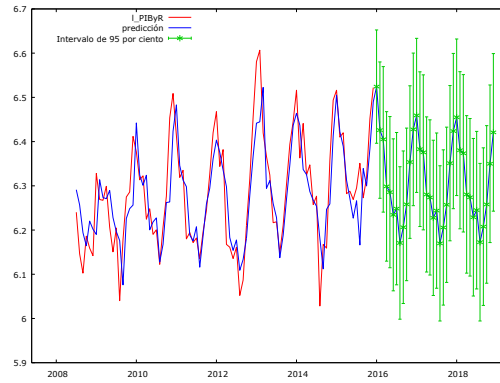
Serie PINUC=CINUC



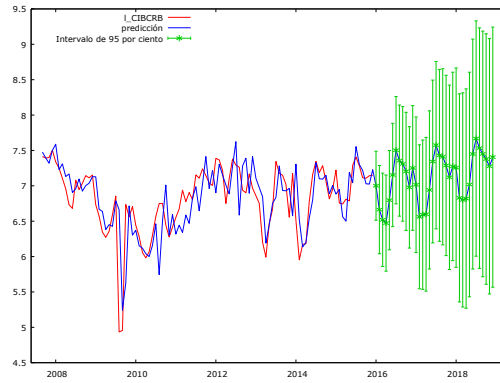
Serie PIEyS



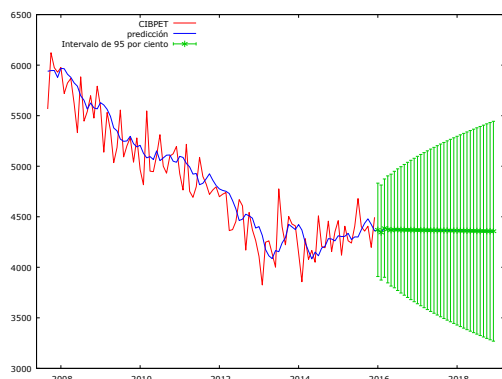
Serie PIByR



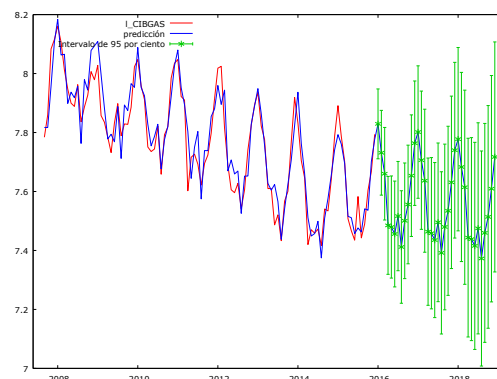
Serie CIBCRB



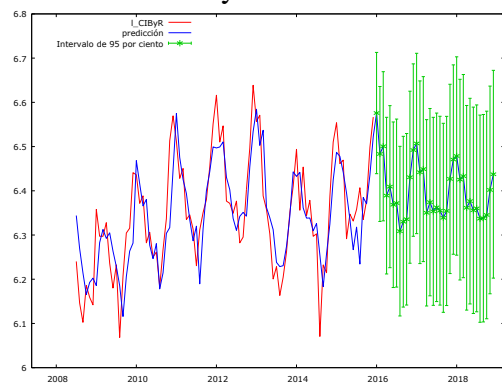
Serie CIBPET



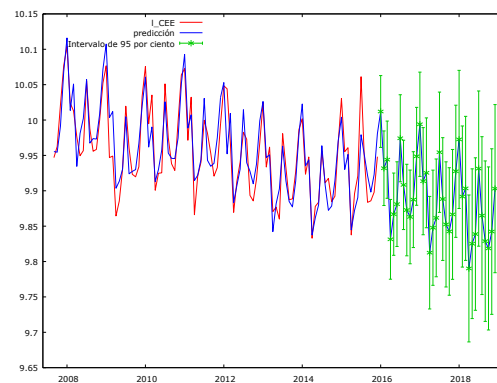
Serie CIBGAS



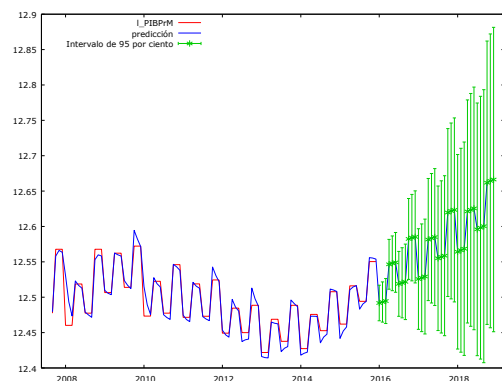
Serie CIByR



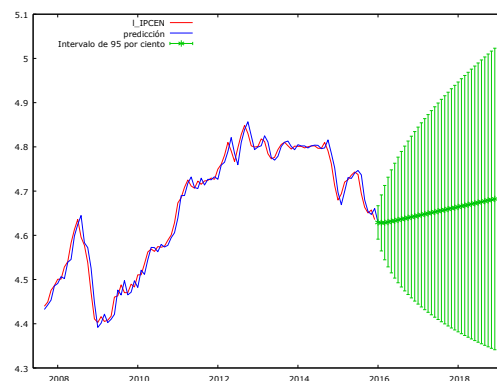
Serie CEE



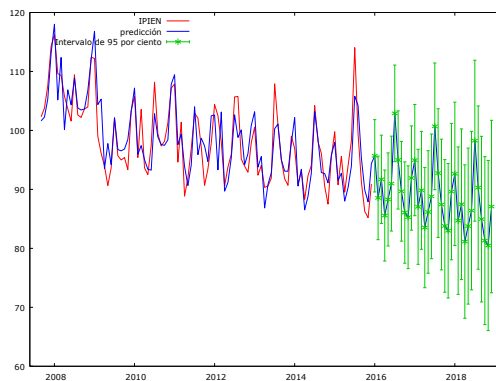
Serie PIBPrM



Serie IPCEN



Serie IPIEN



PREDICCIONES 2º SEMESTRE OFERTA

PERIODO	PICRB	PIPET	PIGAS	PIHID	PINUC	PIEYs	PIByR
201707	85,32	14,11	3,56	178,48	1.271,34	485,10	514,88
201708	84,59	14,07	3,53	144,99	1.292,19	482,66	478,12
201709	83,86	14,02	3,49	130,46	1.328,44	480,73	495,63
201710	83,14	13,97	3,46	139,81	1.214,36	480,96	521,74
201711	82,42	13,92	3,42	189,11	1.122,56	484,39	573,19
201712	81,72	13,87	3,39	231,60	1.296,57	480,06	616,36
201807	76,92	13,46	3,16	178,59	1.273,20	517,40	515,40
201808	76,26	13,40	3,13	145,16	1.288,34	519,97	479,41
201809	75,60	13,34	3,10	130,64	1.328,13	522,72	496,57
201810	74,95	13,28	3,07	139,98	1.230,03	526,14	522,13
201811	74,31	13,22	3,04	189,15	1.129,76	530,57	572,41
201812	73,67	13,16	3,01	231,49	1.283,06	532,63	614,53

TASA DE VARIACIÓN 2º SEMESTRE 2018 OFERTA							
PERIODO	PICRB	PIPET	PIGAS	PIHID	PINUC	PIEYs	PIByR
2º SEMESTRE 2017	83,51	13,99	3,47	169,07	1254,24	482,32	533,32
2º SEMESTRE 2018	75,28	13,31	3,09	169,17	1255,42	524,90	533,41
Tasa media de variación	-9,85%	-4,85%	-11,15%	0,06%	0,70%	3,40%	0,01%

PREDICCIONES 2º SEMESTRE DEMANDA

PERIODO	CINUC	CIHID	CIEYs	CIBCRB	CIBPET	CIBGAS	CIByR	CEE
201707	1.271,34	178,48	485,10	1.948,16	4.365,55	1.799,67	579,76	21.047,14
201708	1.292,19	144,99	482,66	1.686,75	4.365,04	1.622,58	575,37	19.699,33
201709	1.328,44	130,46	480,73	1.652,76	4.364,54	1.771,66	566,18	19.005,81
201710	1.214,36	139,81	480,96	1.462,41	4.364,04	1.871,41	575,03	18.816,89
201711	1.122,56	189,11	484,39	1.236,70	4.363,53	2.061,32	618,22	19.276,46
201712	1.296,57	231,60	480,06	1.442,80	4.363,03	2.298,59	645,90	20.487,70
201807	1.273,20	178,59	517,40	2.139,36	4.359,51	1.763,44	578,39	20.565,91
201808	1.288,34	145,16	519,97	1.868,48	4.359,00	1.591,86	565,06	19.243,33
201809	1.328,13	130,64	522,72	1.720,88	4.358,50	1.736,47	565,66	18.560,67
201810	1.230,03	139,98	526,14	1.601,46	4.358,00	1.833,20	569,81	18.371,03
201811	1.129,76	189,15	530,57	1.444,79	4.357,50	2.017,11	603,01	18.814,44
201812	1.283,06	231,49	532,63	1.644,53	4.356,99	2.246,62	624,81	19.990,85

TASA DE VARIACIÓN 2º SEMESTRE 2018 DEMANDA								
PERIODO	CINUC	CIHID	CIEYs	CIBCRB	CIBPET	CIBGAS	CIByR	CEE
2º SEMESTRE 2017	1254,24	169,07	482,32	1571,60	4364,29	1904,20	593,41	19722,22
2º SEMESTRE 2018	1255,42	169,17	524,90	1736,58	4358,25	1864,78	584,46	19257,70
Tasa media de variación	0,09%	0,06%	8,83%	10,50%	-0,14%	-2,07%	-1,51%	-2,36%

PREDICCIONES 2º SEMESTRE ÍNDICES (2017-2018)

PERIODO	PIBPrM	IPCEN	IPIEN
201707	283.509,24	105,04	100,70
201708	284.076,83	105,22	92,76
201709	284.560,17	105,39	87,43
201710	302.458,69	105,56	83,80
201711	303.124,84	105,73	82,99
201712	303.579,86	105,91	89,62
201807	295.374,70	107,13	98,26
201808	296.054,84	107,30	90,31
201809	296.677,21	107,48	84,96
201810	315.464,05	107,65	81,31
201811	316.316,95	107,83	80,48
201812	316.886,83	108,01	87,09

TASA DE VARIACIÓN 2º SEMESTRE INDICES			
PERIODO	PIBPrM	IPCEN	IPIEN
2º SEMESTRE 2017	293551,61	105,47	89,55
2º SEMESTRE 2018	306129,10	107,57	87,07
Tasa media de variación	4,28%	1,98%	-2,77%

6.7. ANEXO VII: Modelos estimados por MCO

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1995:01-2015:12 (T = 252)
Variable dependiente: DET

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1995:01-2015:12 (T = 252)
Variable dependiente: DET
Omitidas debido a colinealidad exacta: CIHID CINUC CIEyS

	Coefficiente	Desv. Tipica	Estadistico t	Valor p
const	76.2146	0.962992	79.14	6.39e-172 ***
PICRB	-0.0108253	0.000466338	-23.21	7.38e-063 ***
PIPET	-0.0292874	0.00396861	-7.380	2.69e-012 ***
PIGAS	-0.00723188	0.00248448	-2.911	0.0039 ***
PIHID	-0.00765801	0.000396458	-19.32	1.70e-050 ***
PINUC	-0.00716725	0.000248795	-28.81	3.18e-079 ***
PIEYS	-0.00839856	0.000506819	-16.57	1.99e-041 ***
PIByR	-0.00565594	0.00144815	-3.906	0.0001 ***
CIBCRB	0.00255941	0.000151274	16.92	1.37e-042 ***
CIBPET	0.00300237	0.000148559	20.21	2.15e-053 ***
CIBGAS	0.00141713	0.000168033	8.434	3.37e-015 ***
CIByR	0.00186147	0.00135400	1.375	0.1705
CEE	0.000174454	6.95483e-05	2.508	0.0128 **
PIBPrM	-7.22804e-06	2.33008e-06	-3.102	0.0022 ***
IPCEN	-0.00226032	0.00469109	-0.4818	0.6304
IPIEN	-0.0427239	0.0123682	-3.454	0.0007 ***
Media de la vble. dep.	76.11453	D.T. de la vble. dep.	4.001239	
Suma de cuad. residuos	47.38246	D.T. de la regresión	0.448077	
R-cuadrado	0.988209	R-cuadrado corregido	0.987459	
F(15, 236)	1318.604	Valor p (de F)	4.9e-218	
Log-verosimilitud	-147.0042	Criterio de Akaike	326.0084	
Criterio de Schwarz	382.4793	Crit. de Hannan-Quinn	348.7312	
rho	0.467420	Durbin-Watson	1.063629	

Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 17 (IPCEN)

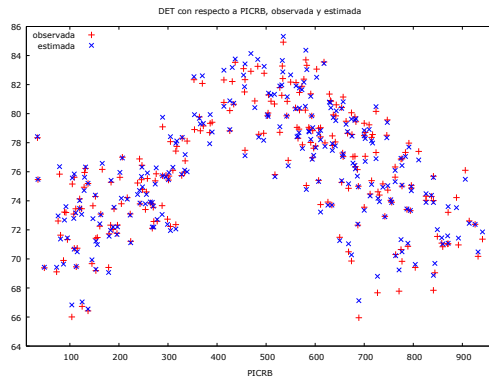
Modelo 2: MCO, usando las observaciones 1995:01-2015:12 (T = 252)
Variable dependiente: DET

Modelo 2: MCO, usando las observaciones 1995:01-2015:12 (T = 252)
Variable dependiente: DET
Omitidas debido a colinealidad exacta: CIHID CINUC CIEyS

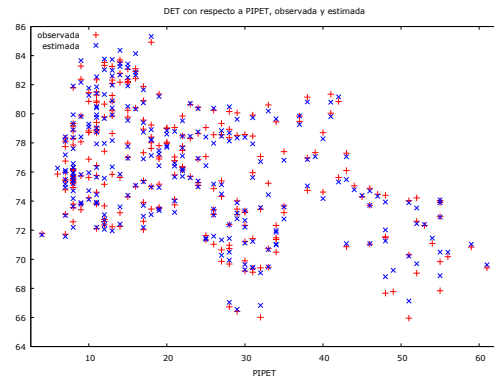
	Coefficiente	Desv. Tipica	Estadistico t	Valor p
const	76.1395	0.823806	92.42	1.80e-188 ***
PICRB	-0.0107950	0.000461051	-23.41	1.08e-063 ***
PIPET	-0.0309879	0.00367982	-8.421	3.54e-015 ***
PIGAS	-0.00661708	0.00244028	-2.712	0.0072 ***
PIHID	-0.00769783	0.000395291	-19.47	3.69e-051 ***
PINUC	-0.00713098	0.000243879	-29.24	9.65e-081 ***
PIEYS	-0.00841749	0.000470922	-17.87	6.96e-046 ***
PIByR	-0.00372294	0.000343281	-10.85	1.57e-022 ***
CIBCRB	0.00257390	0.000147661	17.43	2.08e-044 ***
CIBPET	0.00301174	0.000140126	21.49	1.13e-057 ***
CIBGAS	0.00142987	0.000167657	8.529	1.74e-015 ***
CEE	0.000176514	6.93998e-05	2.543	0.0116 **
PIBPrM	-7.54846e-06	2.31236e-06	-3.264	0.0013 ***
IPIEN	-0.0447770	0.0122436	-3.657	0.0003 ***
Media de la vble. dep.	76.11453	D.T. de la vble. dep.	4.001239	
Suma de cuad. residuos	47.77401	D.T. de la regresión	0.448030	
R-cuadrado	0.988111	R-cuadrado corregido	0.987462	
F(13, 238)	1521.635	Valor p (de F)	8.6e-221	
Log-verosimilitud	-148.0411	Criterio de Akaike	324.0823	
Criterio de Schwarz	373.4943	Crit. de Hannan-Quinn	343.9647	
rho	0.462449	Durbin-Watson	1.073706	

6.8. ANEXO VIII: Gráficos variable dependiente vs exógenas

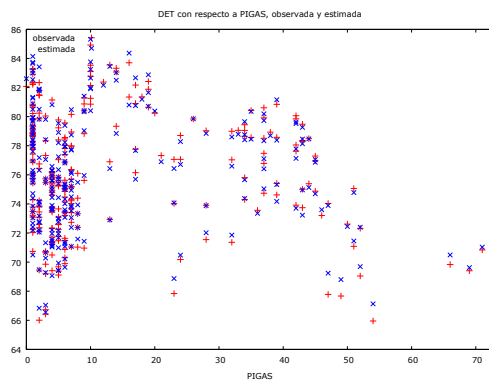
Serie DET vs PICRB



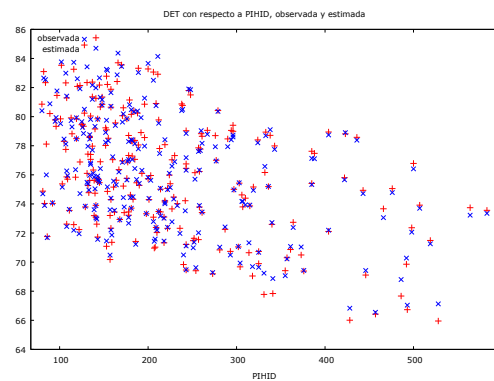
DET vs PIPET



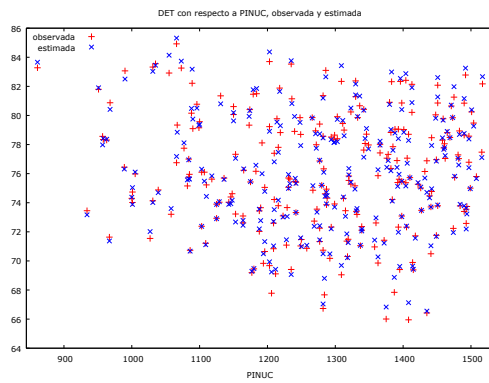
Serie DET vs PIGAS



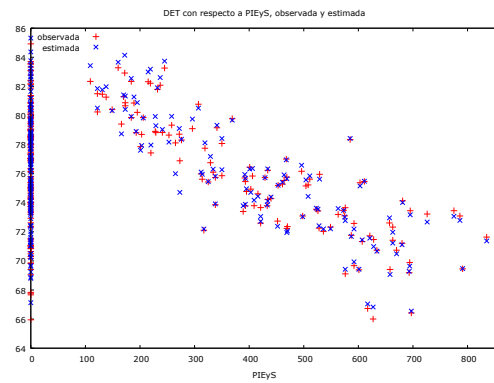
DET vs PIHID



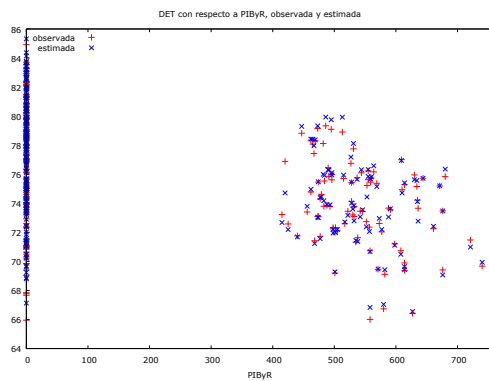
Serie DET vs PINUC



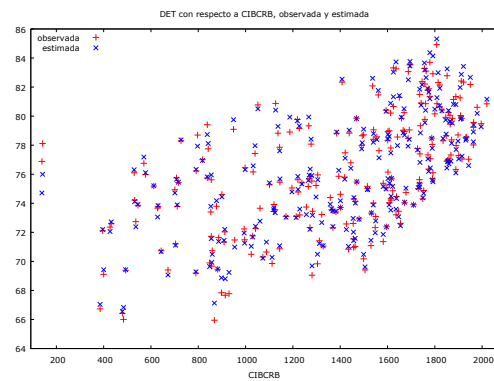
DET vs PIEyS



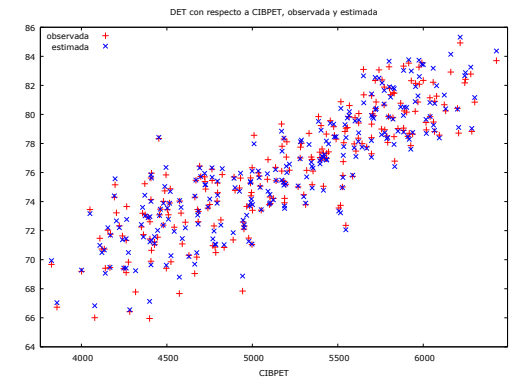
Serie DET vs PIByR



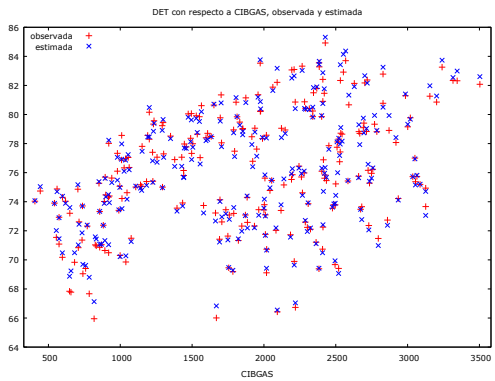
DET vs CIBCRB



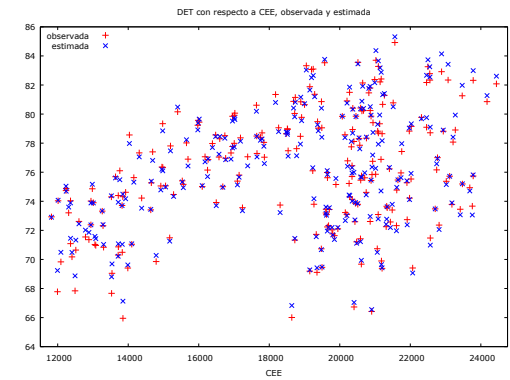
Serie DET vs CIBPET



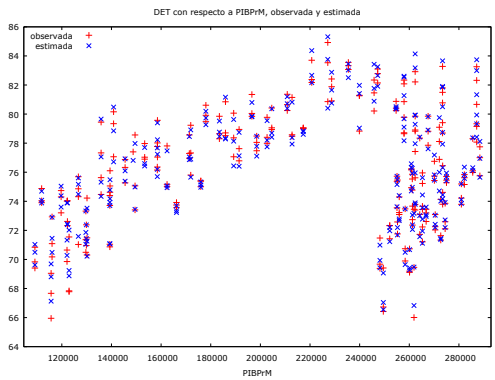
DET vs CIBGAS



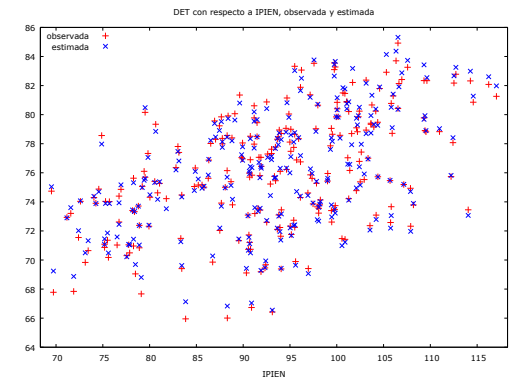
Serie DET vs CEE



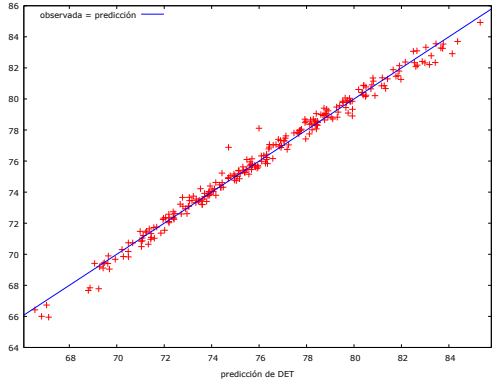
DET vs PIBPrM



Serie DET vs IPIEN



DET Observada vs DET Estimada



6.9. ANEXO IX: Análisis de la varianza de los modelos MCO

Análisis de la varianza Mod. 1.			
	Suma de cuadrados	gl	Media de cuadrados
Regresión	3971,11	15	264,74
Residuo	47,3825	236	0,200773
Total	4018,49	251	16,0099
$R^2 = 3971,11 / 4018,49 = 0,988209$			
$F(15,236) = 264,74 / 0,200773 = 1318,6$ (Valor p $4,94e^{-218}$)			

Análisis de la varianza Mod. 2.			
	Suma de cuadrados	gl	Media de cuadrados
Regresión	3970,71	13	305,44
Residuo	47,774	238	0,200731
Total	4018,49	251	16,0099
$R^2 = 3970,71 / 4018,49 = 0,988111$			
$F(13,238) = 305,44 / 0,200731 = 1521,63$ (Valor p $8,56e^{-221}$)			

6.10. ANEXO X: Previsiones de los modelos MCO

Observaciones	Predicción (%)	Desv. Típica	Intervalo de 95%	Variación interanual
2016/01	74,64	0,464803	(73,7249; 75,5562)	1,58%
2016/02	73,93	0,462129	(73,0240; 74,8447)	4,52%
2016/03	72,05	0,461288	(71,1386; 72,9561)	3,08%
2016/04	72,36	0,462733	(71,4477; 73,2708)	1,44%
2016/05	74,09	0,458501	(73,1885; 74,9950)	3,43%
2016/06	76,16	0,463453	(75,2479; 77,0739)	2,73%
2016/07	75,81	0,471381	(74,8780; 76,7353)	3,20%
2016/08	75,55	0,463719	(74,6318; 76,4588)	4,04%
2016/09	75,42	0,463581	(74,5106; 76,3371)	3,04%
2016/10	75,42	0,468587	(74,4953; 76,3415)	-0,27%
2016/11	75,45	0,463709	(74,5408; 76,3678)	0,40%
2016/12	75,52	0,470447	(74,5975; 76,4510)	-0,41%
2017/01	73,82	0,461564	(72,9124; 74,7309)	-1,10%
2017/02	73,41	0,460466	(72,5048; 74,3190)	-0,71%
2017/03	71,96	0,460567	(71,0560; 72,8706)	-0,12%
2017/04	72,38	0,468645	(71,4607; 73,3071)	0,03%
2017/05	74,94	0,464927	(74,0215; 75,8533)	1,14%
2017/06	76,80	0,473034	(75,8693; 77,7330)	0,84%
2017/07	76,12	0,478615	(75,1764; 77,0621)	0,41%
2017/08	75,58	0,470027	(74,6549; 76,5068)	0,05%
2017/09	75,63	0,474148	(74,6975; 76,5656)	0,28%
2017/10	75,93	0,478075	(74,9869; 76,8705)	0,68%
2017/11	75,79	0,472985	(74,8627; 76,7263)	0,45%
2017/12	74,89	0,477841	(73,9521; 75,8348)	-0,84%
2018/01	74,18	0,469821	(73,2500; 75,1011)	0,48%
2018/02	73,57	0,465280	(72,6498; 74,4830)	0,21%
2018/03	72,02	0,464931	(71,1057; 72,9375)	0,08%
2018/04	72,49	0,481049	(71,5426; 73,4380)	0,15%
2018/05	74,77	0,472686	(73,8371; 75,6995)	-0,23%
2018/06	76,88	0,485831	(75,9257; 77,8399)	0,11%
2018/07	76,30	0,489796	(75,3366; 77,2663)	0,24%
2018/08	75,75	0,481961	(74,7964; 76,6953)	0,22%
2018/09	75,44	0,486844	(74,4766; 76,3947)	-0,26%
2018/10	75,77	0,496370	(74,7882; 76,7439)	-0,21%
2018/11	75,85	0,491501	(74,8861; 76,8226)	0,08%
2018/12	75,02	0,497462	(74,0380; 75,9980)	0,17%